# UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

# PERMETTRE LA TECHNOLOGIE EN CONTEXTE D'ÉVALUATION EN MATHÉMATIQUES : ÉTUDE DE CAS

**MÉMOIRE** 

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN MATHÉMATIQUES

PAR

JEAN-FRANÇOIS GAGNÉ

**JUIN 2018** 

#### UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL Service des bibliothèques

#### Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.10-2015). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

#### REMERCIEMENTS

Je tiens à commencer ce mémoire en remerciant les gens qui m'ont permis de mener à bien ce projet de mémoire de maîtrise.

Je remercie Cindy, Henri et Philippe, ma famille, qui a subi quelques moments d'absence durant l'écriture du mémoire. Ils m'ont laissé la liberté de mettre mon esprit dans ce mémoire.

Je remercie Jérôme Proulx, qui m'a permis de prendre ma place dans le programme de maîtrise en didactique des mathématiques alors que j'étais étudiant libre pour apprendre le japonais.

Je remercie David, un étudiant persévérant et inspiré qui, en plus d'être un ami précieux, m'a montré la voie.

Je remercie mon ami Sylvain d'avoir lu mon texte pendant une averse durant un voyage de vélo.

Je remercie mes parents France et Jean-Claude d'avoir été de si beaux modèles d'éducateurs.

Je remercie le Collège de Montréal, qui encourage moralement et financièrement ses enseignants à poursuivre leur formation tout au long de leur carrière.

Je remercie les six participants à cette étude, qui ont accepté de partager une évaluation avec moi, de discuter quelques heures, et cela, en plein milieu des vacances d'été.

Je remercie mes deux directrices de recherche, Caroline Lajoie et Fabienne Venant, qui m'ont donné des commentaires constructifs et qui m'ont fait réfléchir en plus de me donner la confiance dont j'avais grandement besoin.

# TABLE DES MATIÈRES

LISTI	E DES F	iguresix
LISTI	E DES T	TABLEAUXxi
RÉSU	MÉ	xii
INTR	ODUC]	ΓΙΟΝ1
CHAI	PITRE I	: PROBLÉMATIQUE4
1.1	Préoco	cupations à l'origine de la recherche4
	1.2	État de la question11
	1.2.1	Faire de l'utilisation de la technologie un succès
	1.2.2	La complexité de l'intégration des technologies en enseignement
		des mathématiques
	1.2.3	L'utilisation de la technologie en contexte d'évaluation
	1.2.4	L'évaluation en contexte québécois
1.3	Quest	ions de recherche21
CHA!	PITRE I	I : CADRE CONCEPTUEL23
2.1	2.1.1 2.1.2	Trois fonctions didactiques de la technologie
2.2	Les ca	aractéristiques à observer31
	2.2.1	Rôle de l'outil pour accomplir les tâches
	2.2.2	Niveau des habiletés mathématiques requises pour réussir une tâche.39
	2.2.3	Approche expérimentale des mathématiques44

	2.2.4	Mathématiques du monde réel	48
	2.2.5	Caractéristiques émergentes	54
2.3	Les dé	éterminants des pratiques des enseignants	55
	2.3.1	La composante personnelle	57
	2.3.2	La composante « sociale/institutionnelle »	57
2.4	Précis	ions concernant la troisième question principale de cette recher	che58
СНА	PITRE I	III MÉTHODOLOGIE	60
3.1	Étude	de cas : Pourquoi ?	63
3.2	Recru	tement des enseignants	65
3.3	Grille	d'analyse	68
3.4	Entrev	vue entre un enseignant et le chercheur	71
CHA	PITRE I	IV ANALYSE DES RÉSULTATS	73
4.1	Cas 1	: Mireille, enseignante au secondaire dans une école privée	74
	4.1.1	Contexte	74
	4.1.2		
	4.1.3	Contraintes personnelles	
	4.1.4	Caractéristiques de l'évaluation analysée	
	4.1.5	Exemple de tâche	
	4.1.7	Analyse de cette tâche	
		apparentes	85
4.2	Cas 2	: Marianne, enseignante au primaire dans une école privée	87
		Contexte.	
	4.2.2	Contraintes personnelles	
		Contraintes sociales et institutionnelles	
	424	Caractéristiques de l'évaluation analysée	92

	4.2.5	Exemple de tâche	94
	4.2.6	Analyse de cette tâche	
	4.2.7	Cohérence des pratiques individuelles, hiérarchies et contrac	
		apparentes	96
4.3	Cas 3	: Paul, enseignant au secondaire dans une école publique	99
	4.3.1	Contexte.	
	4.3.2	Caractéristiques de l'évaluation analysée	100
	4.3.3	Contraintes sociales et institutionnelles	
	4.3.4	Contraintes personnelles	102
	4.3.5	Consignes de ce travail	
	4.3.6	Analyse de cette tâche	
	4.3.7	Cohérence des pratiques individuelles, hiérarchies et contrac	
		apparentes	107
4.4	Cas 4	: Annabelle, enseignante au secondaire dans une école privée	108
	4.4.1	Contexte	
	4.4.2	Contraintes sociales et institutionnelles	109
	4.4.3	Contraintes personnelles	
	4.4.4	Caractéristiques de l'évaluation analysée	111
	4.4.5	Exemple de tâche	
	4.4.6	Analyse de cette tâche	
	4.4.7	Cohérence des pratiques individuelles, hiérarchies et contra	
		apparentes	
4.5	Cas 5	: Félix, conseiller pédagogique	116
	4.5.1	Contexte	116
	4.5.2	Contraintes sociales et institutionnelles	117
	4.5.3	Contraintes personnelles	118
	4.5.4	Caractéristiques de l'évaluation analysée	119
	4.5.5	Exemple d'une tâche	122
	4.5.6	Analyse de la tâche	123
	4.5.7	Cohérence des pratiques individuelles, hiérarchies et contra	dictions
		apparentes	124
4.6		: Kim, enseignante au secondaire dans une école privée	
	4.6.1	Contexte	
	4.6.2	Contraintes sociales et institutionnelles	
	4.6.3	Contraintes personnelles	
	4.6.4		
•	4.6.5	Exemple de tâche.	131

	4.6.6 4.6.7	Analyse de cette tâche	32
		apparentes1	.35
СНА	PITRE V	V CONCLUSION1	39
5.1	Quell	es sont les caractéristiques des tâches où la technologie est permise en	ì
	contex	te d'évaluation?	41
	5.1.1	Rôle de la technologie1	41
	5.1.2	Habiletés14	43
	5.1.3	Exploration1	44
	5.1.4	Éléments de la RME1	45
5.2	Caract 5.2.1	téristiques identifiées pendant la recherche	47
		et les écrits1	48
5.3	des pr	es cohérences et quelles contradictions existent entre les déterminants atiques évaluatives et les pratiques évaluatives des enseignants qui	
		ttent la technologie en contexte d'évaluation?1	
	5.3.1	Aller plus loin: vraiment?1	51
	5.3.2	Le programme et le milieu1	53
	5.3.3	Le privé1	55
	5.3.4	Enseignement et évaluation	56
5.4	Limite	es de la recherche1	56
5.5	Pistes	pour la recherche1	.58
	5.5.1	La diversité1	58
	5.5.2	Création de tâches	)
	5.5.3	Observation de caractéristiques émergentes161	

5.5.4	Impacts suis	sur	l'enseignant	et	le	chercheur	que je 163
ANNEXE A			DE MIREILLE.				
ANNEXE B	ÉVALUA	TION I	DE MARIANNI	Ε	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	••••••	170
ANNEXE C	ÉVALUA	TION I	DE PAUL	• • • • • • •	• • • • • • • • •	•••••	174
ANNEXE D	ÉVALUA	TION I	O'ANNABELL	E	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	••••••	180
ANNEXE E	ÉVALUA	TION I	DE FÉLIX	· · · · · · · · ·	•••••	•••••••	191
ANNEXE F	ÉVALUA	TION I	DE KIM	•••••	•	••••••	195
BIBLIOGRA	PHIE	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	•••••	•••••	•••••	•••••	201

## LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1.1	Question d'examen où les élèves doivent laisser des traces de leur démarche	6
1.2	Question d'examen où les élèves doivent utiliser Desmos pour	
1.3	accomplir la tâche	6
	Geogebra	14
2.1	Application Symbolab qui résous une équation	26
2.2	Application Netmaths pour exercer des aptitudes	27
2.3	Site internet qui permet d'apprendre à faire des opérations	
	algébriques à partir de tuiles algébriques	28
2.4	Exemple de tâche où la technologie est active requise	31
2.5	Exemple de tâche où la technologie est active optionnelle.	
	Démarche faite à la main	35
2.6	Exemple de tâche où la technologie est active optionnelle.	
	Démarche avec l'outil Desmos	35
2.7	Exemple de tâche où la technologie est inactive neutre si l'on	
	utilise l'outil Desmos	36
2.8	Exemple de tâche où la technologie est inactive exclue	37
2.9	Trouver l'ordonnée à l'origine d'une fonction à l'aide de	
	l'outil Desmos	41
2.10	Exemple de tâche où les élèves doivent transformer le texte	
	en équations	42
2.11	Exemple de tâche où l'élève se trouve dans une nouvelle	
	situation	43
2.12	Exemple de tâche demandant des habiletés constructives	44
2.13 2.14	Zooms successifs pour trouver l'intersection entre deux fonctions. Exemple de tâche où les zooms et curseurs doivent être utilisés	45 46

2.15	Utilisation de curseurs et zooms pour résoudre un système		
	d'équations dans Desmos	47	
2.16	Exemple de tâche où la mathématisation est horizontale	51	
2.17	Exemple de tâche où la mathématisation est verticale	51	
3.1	Questionnaire pour choisir les enseignants participant à la		
	recherche	67	
4.1	Tâche 1 de Mireille	82	
4.2	Recherche du centre de rotation avec Geogebra	84	
4.3	Tâche 1 de Marianne	93	
4.4	Tâche 3 de Félix	122	
4.5	Logiciel de simulation de probabilités	132	

## LISTE DES TABLEAUX

Tablea	ux	Page
2.1	Résumé des rôles possibles de la technologie pour une tâche d'évaluation	33
2.2	Résumé des rôles possibles de la technologie pour une tâche d'évaluation	38
2.3	Catégorisation des tâches selon le niveau d'habiletés mathématiques	39
3.1 4.1	Grille d'analyse utilisée lors de la collecte de données  Légende du récapitulatif des caractéristiques des six cas	69
	d'enseignants	79
4.2	Récapitulatif des caractéristiques pour chaque tâche de Mireille	80
4.3	Récapitulatif des caractéristiques pour chaque tâche de Marianne	95
4.4	Récapitulatif des caractéristiques pour chaque tâche de Paul	105
4.5	Récapitulatif des caractéristiques pour chaque tâche d'Annabelle	113
4.6	Récapitulatif des caractéristiques pour chaque tâche de Félix	120
4.7	Récapitulatif des caractéristiques pour chaque tâche de Kim	133
4.8	Récapitulatif de l'analyse de chacun des enseignants	138

## RÉSUMÉ

Cette étude a comme objectif de jeter un premier regard sur les caractéristiques de certaines tâches où la technologie est permise en contexte d'évaluation en mathématiques au secondaire. Elle vise à éclairer les déterminants faisant en sorte que des enseignants font le choix de permettre la technologie en contexte d'évaluation.

Dans le cadre de cette étude, six cas d'enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation sont utilisés. Les outils technologiques permis par ces enseignants sont multiples et permettent d'externaliser les calculs.

À partir d'une expérience personnelle d'enseignant et de lecture de plusieurs textes théoriques, le cadre théorique identifie plusieurs caractéristiques à observer dans les tâches où la technologie est permise en contexte d'évaluation. Elles concernent le rôle de la technologie (au sens de Brown, 2005), les habiletés requises pour réussir les tâches (au sens de Brown, 2005), les mathématiques du monde réel (au sens de Van Reeuwijk, 1995) et le côté exploratoire de la technologie (au sens de Laborde, 2007).

Certains déterminants sont identifiés comme ayant une importance dans la décision de permettre la technologie en contexte d'évaluation. Il est aussi expliqué comment ces déterminants exercent leur influence. La recherche permet alors d'observer comment le désir de créer des tâches qui permettent d'aller plus loin et de réfléchir influence le choix des tâches suggérées aux élèves. De la même façon, elle permet de voir comment le *Programme de formation* et le milieu exercent leur influence. Finalement, des liens entre l'enseignement et l'évaluation quand la technologie est utilisée sont établis.

Mots clés: Didactique, mathématiques, technologie, évaluation, enseignement.

#### INTRODUCTION

« La cohérence suppose que l'évaluation est en relation directe avec l'apprentissage et avec le programme qui l'encadre. De plus, la cohérence suppose qu'il y a toujours un rapport étroit entre ce qui est évalué et ce qui a fait l'objet d'apprentissage. En ce sens, le respect de la cohérence permet d'assurer la validité de l'évaluation. » (Ministère de l'Éducation du Québec, 2003, p.10).

Suivant la citation précédente, tirée de la *Politique d'évaluation des apprentissages* du Ministère de l'Éducation du Québec (2003), il faut, pour assurer la validité de l'évaluation, que l'évaluation ait des liens étroits avec l'apprentissage et le programme. Cela semble être un principe de base qu'endosse le Ministère de l'Éducation du Québec en matière d'évaluation des apprentissages.

Aujourd'hui, la place de la technologie dans la vie de tous les jours a pris de l'ampleur. Dans plusieurs écoles du Québec, les élèves ont maintenant accès à un outil technologique individuel en permanence et l'on peut penser que la technologie prend de plus en plus de place à l'école au Québec d'une manière générale. Avec l'introduction de ces outils en classe, plusieurs enseignants ont modifié leur enseignement. À mon école, par exemple, les élèves ont eu accès à une technologie individuelle en permanence il y a environ sept ans. Des changements dans mes pratiques enseignantes ont commencé à avoir lieu graduellement à partir de ce moment. Avec le temps, plusieurs nouvelles applications gratuites ont été créées puis introduites dans ma classe et dans celles de plusieurs enseignants.

Mon questionnement d'enseignant à l'origine de cette étude concerne le fait de permettre la technologie en contexte d'évaluation en mathématiques. Au-delà de la cohérence évoquée plus haut entre l'évaluation et ce qui se fait en classe, pourquoi permettre la technologie en contexte d'évaluation en mathématiques ? Aussi,

comment ces outils transforment-ils les évaluations? Quelles tâches proposer aux élèves dans ce contexte? Quelles devraient être les caractéristiques propres de ces tâches s'il y a lieu?

Cette étude a comme objectif de jeter un premier regard sur les caractéristiques des tâches d'évaluation élaborées par des enseignants permettant la technologie. Je cherche à comprendre les déterminants qui font en sorte que des enseignants choisissent de permettre les technologies en contexte d'évaluation. Cette étude m'aidera à y arriver.

Dans le premier chapitre, « Problématique », j'explique la provenance de mes questions de recherche et je les énonce.

Dans le deuxième chapitre, « Cadre conceptuel », je présente le cadre conceptuel élaboré pour cette recherche et j'énonce des questions spécifiques de recherche qui viennent préciser les questions de recherche identifiées au premier chapitre.

Dans le troisième chapitre, « Méthodologie », je présente la méthodologie qui permet de répondre aux questions de recherche ainsi que le rationnel derrière ce choix de méthodologie.

Dans le quatrième chapitre, « Analyse des résultats », j'analyse les évaluations de six enseignants ainsi que les entrevues réalisées avec ceux-ci.

Dans le cinquième chapitre, « Conclusion », j'analyse les particularités des évaluations qui pouvaient être anticipées à partir du cadre conceptuel et celles qui ont émergé durant la recherche. Aussi, j'analyse les éléments qui m'ont paru les plus importants dans le discours des enseignants. Finalement, j'identifie les limites de cette recherche ainsi que des pistes pour l'avenir.

## CHAPITRE I: PROBLÉMATIQUE

Dans le premier chapitre, « Problématique », je présente le contexte et la problématique de cette recherche. J'explique comment celle-ci a été influencée par une formation reçue dans le cadre de mon travail d'enseignant ainsi que par ma pratique enseignante en ce qui concerne les évaluations. Je fais ensuite un résumé de la littérature qui m'a permis d'énoncer mes questions de recherche. Je termine en énonçant les trois questions principales de ma recherche.

Plus précisément, dans la section 1.1, je présente les préoccupations à l'origine de cette recherche; dans la section 1.2, je présente l'état de la question, avant la recherche; dans la section 1.3, je présente les questions de recherche.

## 1.1 Préoccupations à l'origine de la recherche.

À l'école où j'enseigne, on encourage beaucoup la formation continue des enseignants. Nous avons donc régulièrement la chance d'assister à des formations très diverses, plusieurs fois par année. C'est à l'occasion de l'une d'elles que mon questionnement concernant l'utilisation de différentes technologies dans l'enseignement des mathématiques a commencé. Cette journée-là, le conférencier Jocelyn Dagenais, alors président du groupe des responsables en mathématiques du Québec (GRMS), nous montrait que les évaluations ministérielles en mathématiques n'avaient pas beaucoup changé au cours des dernières années alors que les outils utilisés pour faire des mathématiques, que ce soit en classe ou ailleurs, avaient évolué.

J'étais, à l'époque, très curieux de voir ce que certains enseignants faisaient en classe avec ces différentes technologies. En fait, ce qui piquait le plus ma curiosité était l'utilisation de la technologie en contexte d'évaluation. Au cours de la conférence, le conférencier a mentionné que plusieurs enseignants, dont lui, donnaient droit à certains outils lors des évaluations. Il m'était quelques fois arrivé d'utiliser en classe ces outils, tels que *Geogebra*, *Desmos* et la calculatrice graphique, mais jamais lors d'évaluations.

C'est alors que je me suis dit que je devais intégrer un de ces outils dans ma classe lors des évaluations de mes élèves. Le conférencier m'avait convaincu : il fallait que mes élèves utilisent les outils en contexte d'évaluation. Pourquoi les en empêcher quand ils y auront accès dans leur future vie personnelle et professionnelle ? Pourquoi les en empêcher quand ils y ont accès en contexte d'apprentissage ?

À l'école où j'enseigne, les élèves ont tous une tablette électronique, soit le iPad d'Apple qui donne accès à une grande variété d'applications. Avec mes collègues, nous avons créé un examen, en mathématiques de 3<sup>e</sup> secondaire, portant sur les systèmes d'équations. Pour cette évaluation, les élèves devaient utiliser *Desmos*, application disponible gratuitement sur la tablette électronique. En fait, l'examen était divisé en deux parties. Dans la première partie, les élèves devaient répondre aux questions en laissant les traces de leurs démarches à la main. Un exemple de ce type de question est présenté à la figure 1.1.

#### SANS DESMOS

Résous les systèmes d'équations ci-dessous. Laisse les traces de tes démarches.

$$f(x) = 3x + 5$$

$$g(x) = 5 a + 13$$

Figure 1.1 Question d'examen où les élèves doivent laisser des traces de leur démarche.

Dans la deuxième partie, les questions devaient être résolues avec l'aide de l'application *Desmos*. Un exemple est présenté à la figure 1.2.

#### AVEC DESMOS

Soit les deux fonctions suivantes:

$$f(x) = ax + 3$$

$$q(x) = 5x + b$$

- a) Quel doit être le taux de variation de f (x) pour que les droites se croisent au point (1,3 ; 4,9)?
- b) Nomme les étapes à faire sur *Desmos* pour répondre à cette question. Attention, il faut que les étapes servent à trouver la réponse et non à la vérifier.

Figure 1.2 Question d'examen où les élèves doivent utiliser *Desmos* pour accomplir la tâche.

Si la tâche de la figure 1.2 était demandée avec papier et crayon, l'élève pourrait la réussir sans avoir l'information concernant g (x). Avec la technologie, il faut trouver le taux de variation autrement qu'en remplaçant simplement les variables par les valeurs données. Bien que l'élève ait droit au papier et au crayon, il doit expliquer comment il a trouvé la solution avec l'application *Desmos*.

Cette expérience a fait en sorte que de nouvelles questions ont surgi concernant la conception d'un examen. Est-il possible d'écrire des tâches qu'on ne peut réussir sans l'aide de la technologie? Si oui, quel est l'intérêt de le faire? Faut-il créer des tâches d'évaluation qui tiennent compte du fait que les élèves ont accès à la technologie? Quelles mathématiques les élèves font-ils si on leur donne un tel outil pour faire des mathématiques lors des évaluations? Qu'est-il alors possible d'évaluer? Doit-on permettre l'utilisation de tels outils lors des évaluations? Toutes ces réflexions sont personnelles et propres à mon travail d'enseignant.

Mes réflexions individuelles rejoignent, à bien des égards, celles de plusieurs enseignants au Québec actuellement. Par exemple, à l'automne 2017, le GRMS (2016) a publié un numéro spécial entièrement dédié à l'évaluation en mathématiques dans lequel plusieurs acteurs du milieu de l'éducation se posent des questions à propos de l'évaluation en mathématiques. Plusieurs de ces questions se rapportent à la technologie, mais certaines d'entre elles concernent l'évaluation d'une manière plus générale. Je retiens particulièrement quelques textes qui sont, à un degré ou un autre, relié aux questionnements de cette recherche. Marc-André Girard remet en question l'enseignement centré sur les besoins de l'épreuve ministérielle. Guy

Gervais, Jacques Bouffard et Denis Fortin discutent de l'utilisation de plateformes comme Moodle pour créer des évaluations. Finalement, Marie-Élaine Jobin discute du nombre d'évaluations, de leurs formats, de leurs fréquences ainsi que le rôle que l'évaluation doit jouer. Je constate qu'actuellement, le sujet de l'évaluation provoque un questionnement chez plusieurs acteurs du milieu de l'éducation. Les nouvelles technologies ouvrent de nouvelles possibilités, mais aussi de nouvelles questions.

Dans une recommandation émise au printemps 2016 à la suite d'une consultation des enseignants sur les outils permis lors des évaluations nationales, le GRMS formule la proposition suivante : « si certains outils technologiques sont permis durant l'épreuve, nous proposons que cette épreuve soit administrée seulement si le format est modifié en fonction de ces outils ». Le GRMS suggérait, par exemple, de créer une partie de l'examen avec technologie alors que la technologie serait interdite pour une autre partie. Il proposait donc que le format de l'évaluation soit modifié si des outils technologiques étaient permis durant l'évaluation. La façon dont j'interprète cette proposition du GRMS peut être illustrée par l'exemple de la racine carrée. En effet, on ne demande plus aux élèves d'aujourd'hui d'extraire une racine carrée à la main, que ce soit en contexte d'enseignement ou en contexte d'évaluation, ceux-ci ayant une calculatrice qui permet de le faire rapidement. Pourquoi alors continuer de proposer certaines tâches aux élèves qui pourraient être réalisées en un instant avec les outils d'aujourd'hui? Par exemple, plusieurs outils comme Desmos permettent de résoudre un système d'équations de façon instantanée. Dans ce contexte-là, est-il encore pertinent, dans une évaluation, de demander aux élèves de résoudre les systèmes d'équations à l'aide des méthodes manuelles comme la méthode de comparaison et la méthode de substitution? Est-il encore nécessaire d'apprendre à additionner ou effectuer des calculs mécaniques quand les outils technologiques le font de façon plus fiable et rapide? Pourquoi le Programme de formation prescrit-il ces apprentissages si la technologie peut le faire? De façon plus large, quel est le rôle de l'école dans le contexte où la technologie peut faire les tâches à la place de l'élève? Le *Programme de formation* prescrit d'évaluer trois compétences plutôt que les contenus mathématiques. Est-ce que cela signifie que, même si la technologie effectue des calculs, ce qui est exigé des élèves n'est pas d'effectuer des calculs, mais bien de résoudre des situations-problème. Si la technologie effectue les calculs, comme le programme s'attarde aux compétences, si les élèves ont à démontrer leur maîtrise des compétences, la tâche demeure pertinente.

À l'automne 2016, le Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (2016) publie un message dans *Info-sanction* (16-17-03) concernant l'utilisation de la calculatrice dans les épreuves ministérielles de sciences et de mathématiques. Le Ministère souligne que, lors de ces évaluations, les calculatrices scientifiques autorisées ne doivent pas effectuer de calculs algébriques, résoudre une équation, déterminer les paramètres d'une droite ou d'une courbe de régression ni déterminer le coefficient de corrélation linéaire. Une interprétation possible est que le Ministère de l'Éducation, en limitant les utilisations possibles des différents outils, veut s'assurer que tous les élèves aient droit à des outils comparables. Ici, le Ministère semble vouloir créer une certaine équité entre les élèves. Celui-ci suggère des enjeux à prendre en considération lors de la création d'une évaluation où la technologie est permise. Il mentionne qu'il faut considérer l'accès, l'équité et l'intégrité de la discipline. C'est ce que le Ministère semble faire avec ces limitations. En spécifiant quels outils peuvent être utilisés et en limitant les fonctions que peuvent faire ces outils, il veut s'assurer que l'accès aux outils soit le même pour tous et ainsi s'assurer de l'équité entre les élèves qui subissent cette évaluation. Aussi, en considérant l'intégrité de la discipline, il veut probablement s'assurer que l'accès à la technologie ne dénature pas les tâches comme la calculatrice le ferait avec la résolution manuelle de la racine carrée d'un nombre. Malgré tout, alors qu'un regroupement important d'enseignants demande de modifier les évaluations en fonction des nouvelles

technologies, le Ministère de l'Éducation impose des limites strictes qui restreignent l'utilisation des technologies en contexte d'évaluation. Cette restriction dans le contexte des évaluations nationales pourrait avoir comme effet de restreindre ces outils dans les évaluations locales. Il semble donc y avoir une divergence d'opinions entre un groupe d'enseignants et le Ministère de l'Éducation. Ici, l'objectif n'est pas de savoir qui a raison, mais de montrer l'importance actuelle de l'enjeu de la technologie en contexte d'évaluation en mathématiques au Québec.

Il est important de se rappeler que dans le *Programme de formation de l'école québécoise* (Ministère de l'Éducation du Québec, 2007, p.142), dans la section concernant les mathématiques, on peut y lire que l'utilisation de la technologie est suggérée pour l'apprentissage des mathématiques. Cet extrait du programme l'illustre bien.

« L'utilisation de la calculatrice à affichage graphique ou d'un tableurgrapheur favorise, pour sa part, le développement de la pensée algébrique lorsque l'élève doit modéliser des situations par la construction de formules, d'algorithmes ou de graphiques ou par le passage de l'un à l'autre. En facilitant la manipulation de nombreuses données et la simulation de différentes possibilités, ces outils offrent la possibilité d'analyser une situation et de la généraliser en faisant appel, entre autres, à l'interpolation ou à l'extrapolation. »

Ainsi, d'un côté, dans le *Programme de formation de l'école québécoise*, l'utilisation de la technologie est suggérée alors que de l'autre, les consignes concernant les évaluations limitent la technologie permise. Le Ministère de l'Éducation souhaite voir ses enseignants utiliser certaines technologies lors de l'apprentissage, mais les limite lors de l'évaluation. Encore une fois, le *Programme de formation de l'école québécoise* précise que,

« partie intégrante de la démarche d'enseignement et d'apprentissage, l'évaluation se planifie au moment de la préparation de la situation. Utilisée en cours d'apprentissage, elle fournit à l'enseignant et à l'élève des informations utiles pour ajuster une démarche, des stratégies et des interventions. »

Cela peut paraître contradictoire d'encourager d'une part l'utilisation de la technologie tout en limitant d'autre part son utilisation en contexte d'évaluation, tout en affirmant que l'évaluation fait partie intégrante de la démarche d'apprentissage. La polémique concernant l'évaluation a lieu une dizaine d'années après la mise en place de ce programme. La multiplication des technologies utilisables en classe ainsi que des classes où chaque élève possède un appareil pourrait en expliquer l'apparition.

#### 1.2 État de la question

L'évaluation, l'intégration de la technologie dans l'apprentissage des mathématiques et, dans une moindre mesure, l'évaluation des apprentissages mathématiques en contexte technologique constituent des questions importantes en didactique des mathématiques. Je fais donc ici un résumé des lectures qui me permettent de situer mes questions de recherche pour ensuite les énoncer.

## 1.2.1 Faire de l'utilisation de la technologie... un succès

Paul Drivjers a écrit Digital Technology in mathematics education: Why it works (or doesn't) en 2013. L'objectif de ce texte est de comprendre pourquoi les technologies fonctionnent, ou pas, en revisitant certains textes en didactique des mathématiques. Son attention est portée sur l'identification des facteurs décisifs de réussite pour

l'apprentissage et l'enseignement d'une part et l'avancement de la recherche d'autre part. Trois types de textes sont analysés selon la fonction donnée à l'outil technologique : pour faire des mathématiques, pour développer des concepts ou pour pratiquer les techniques mathématiques.

L'auteur étudie ensuite six cas pour bien cerner les facteurs de réussite pour l'introduction de la technologie en enseignement des mathématiques dont il dégage trois facteurs cruciaux de réussite pour l'intégration de la technologie dans l'enseignement des mathématiques. Il qualifie ces facteurs de « décisifs et cruciaux » : le design, le rôle de l'enseignant et le contexte éducationnel.

Concernant le design, l'auteur souligne l'importance du design de la technologie utilisée, des tâches et activités qui y sont reliées ainsi que des leçons prodiguées. Pour lui, il faut que le design de ces différents éléments « améliore la co-émergence de la maîtrise technique de la technologie numérique pour résoudre les tâches mathématiques et la création des schémas mentaux qui incluent la compréhension conceptuelle des mathématiques en jeu. »

Le deuxième facteur identifié par Drivjers (2013) est le rôle de l'enseignant. Pour lui, un processus de développement professionnel est requis. Ce développement professionnel doit inclure le développement d'habiletés concernant la technologie, mais aussi concernant la technologie reliée aux contenus mathématiques abordés lors de son enseignement.

Finalement, le dernier facteur identifié par Drivjers (2013) est le contexte éducationnel. Pour lui, il faut que l'utilisation de la technologie se vive dans un contexte éducationnel cohérent où le travail avec la technologie se fait de façon

naturelle. Dans le même ordre d'idées, il mentionne qu'« un facteur important concerne les évaluations qui doivent être cohérentes avec les activités d'apprentissage avec la technologie. »<sup>1</sup>

1.2.2 La complexité de l'intégration des technologies en enseignement des mathématiques.

En 2007, Laborde écrit *The Role and Uses of Technologies in Mathematics*Classrooms: Between Challenge and Modus Vivendi. Elle essaie tout d'abord de cibler ce que l'utilisation de la technologie en classe de mathématiques a comme effet. Elle identifie deux axes principaux de changement. Tout d'abord, elle souligne que la technologie permet de nouveaux modes de représentations, modes qui sont souvent reliés entre eux. Par exemple, dans une représentation graphique à la main de la fonction e<sup>x</sup>, on met l'accent sur le fait que la fonction a une asymptote sur l'axe des x. Avec une représentation graphique avec technologie, on a, au contraire, l'impression que la courbe est superposée à l'axe des x. Cet exemple illustre que la technologie apporte des modes de représentation différents qui ont un impact sur la représentation que s'en font les apprenants.

Le second axe de changement est celui qui fait qu'il y a un glissement vers l'expérimentation en mathématiques. Les technologies donnent une rétroaction instantanée. Cela permet aux utilisateurs d'essayer puis de valider ou d'invalider rapidement leur solution. Par exemple, dans un logiciel de géométrie dynamique comme *Geogebra*, on peut construire un triangle rectangle. En ayant choisi qu'il soit

-

<sup>11</sup> Traduction libre

rectangle, on peut modifier toutes les autres propriétés du triangle, les mesures des côtés par exemple, tout en conservant une autre propriété, l'angle droit du triangle. Dans ce cas-là, l'élève est capable de se rendre compte que, même en modifiant les propriétés d'un triangle rectangle, le théorème de Pythagore s'applique toujours. À la figure 1.3, on trouve un exemple de ce qu'on peut observer dans l'application *Geogebra*.

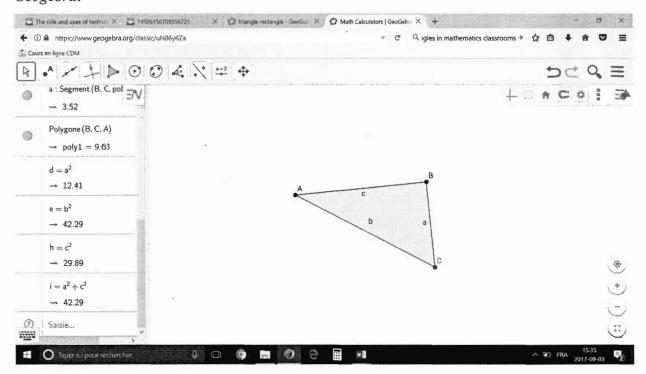


Figure 1.3 Vérification du théorème de Pythagore dans l'application Geogebra.

Plus tard, Laborde (2007) discute du design des tâches. Entre autres, elle mentionne que certaines tâches sont dénuées d'intérêt lorsqu'elles sont utilisées dans un contexte technologique. Elle suggère alors trois raisons pour expliquer pourquoi les technologies peuvent aider les élèves à utiliser des stratégies de résolution optimales. La première est que les technologies offrent un plus grand éventail d'action que le papier et le crayon. La seconde est qu'elles offrent de la rétroaction. Finalement, elles

rendent possibles plusieurs modes de représentation qui permettent à l'élève de développer des stratégies de validation.

Plus loin dans le texte, Laborde distingue deux niveaux d'utilisation de la technologie qui concernent les enseignants. Le premier est celui où l'enseignant maîtrise l'utilisation d'une technologie pour une activité mathématique. Le deuxième est celui où l'enseignant se sert de la technologie pour organiser l'apprentissage et contribue à celui-ci. Par exemple, il organise les tâches pour tirer avantage de la technologie, il anticipe et interprète les difficultés et stratégies des étudiants. Aussi, il conduit des activités collectives qui permettent aux élèves d'apprendre.

J'en conclus donc que, selon Laborde, la technologie apporte plusieurs avantages. Ceux-ci concernent d'abord la multiplicité des modes de représentation ainsi que l'interaction entre eux. Aussi, elle souligne que la technologie offre de la rétroaction qui permet une validation de la part des élèves. Finalement, elle souligne que le défi pour les enseignants et les chercheurs est de délimiter les caractéristiques des tâches basées sur la technologie qui prennent en compte les avantages de la technologie et qui donnent de la signification aux concepts mathématiques. Il devient alors pertinent de s'intéresser aux caractéristiques qui profitent de ces avantages de la technologie.

#### 1.2.3 L'utilisation de la technologie en contexte d'évaluation.

Brown (2005) a écrit The impact of the introduction of the graphics calculator on system wide « high stakes » end of secondary school mathematics examinations dans lequel il étudie l'impact sur la nature des tâches de l'introduction de la calculatrice

graphique dans les évaluations finales de différents systèmes nationaux d'éducation. Plus précisément, il observe certaines caractéristiques des tâches que les évaluations contiennent avant et après l'introduction de la technologie en contexte d'évaluation. En faisant cette recherche, il veut savoir quelles sont les tâches que les créateurs de ces évaluations incluent dans les évaluations permettant la technologie. Il veut aussi vérifier si le niveau de difficulté des tâches a changé avec l'introduction de la technologie.

Il classe les tâches selon le rôle que la technologie y joue et selon les habiletés requises pour la réussir. Il applique ces deux types de classifications aux tâches d'évaluation de trois systèmes éducatifs. Pour chacun de ceux-ci, les tâches sont classées. À la suite de cet exercice de classement, il calcule le pourcentage de chacun des types de tâches avant et après l'introduction de la technologie. Cela lui permet de voir à quel point la permission de la technologie a eu un impact sur les tâches incluses dans les évaluations.

Une des conclusions de Brown (2005) est que les tâches n'ont pas beaucoup évolué parce que les programmes d'éducation de ces pays n'ont pas beaucoup changé. Aussi, Brown (2005) mentionne que les responsables de la création d'évaluations ont reçu peu de consignes quant à l'utilisation de la technologie durant les évaluations. Cela faisait en sorte de leur donner beaucoup de liberté qu'ils avaient du mal à exploiter. Selon lui, cette grande liberté faisait en sorte qu'ils limitaient l'utilisation de la technologie dans les évaluations. L'avis de Brown (2005) est que les gens responsables de la création d'évaluations doivent s'impliquer dans le processus de développement de la politique d'évaluation et pas seulement dans la création des évaluations si l'on veut assurer le succès de l'introduction de la technologie en contexte d'évaluation.

## 1.2.5 Évaluation en contexte québécois.

Concernant l'évaluation, le Ministère de l'Éducation du Québec (2003) a publié la politique d'évaluation des apprentissages. Dans cette politique adoptée pour préciser la vision ministérielle en ce domaine, on y retrouve, entre autres, les valeurs qui traduisent cette vision. Les valeurs fondamentales évoquées sont la justice, l'égalité et l'équité. En ce qui concerne la justice, on accorde aux élèves un droit de reprise et d'appel. Pour l'égalité, des exigences uniformes doivent être définies. Pour l'équité, il faut tenir compte des caractéristiques des apprenants afin que l'évaluation n'accentue pas les différences existantes entre les élèves.

Cette politique souligne aussi quelques valeurs instrumentales. La première citée est celle de la cohérence.

« La cohérence suppose que l'évaluation est en relation directe avec l'apprentissage et avec le programme qui l'encadre. De plus, la cohérence suppose qu'il y a toujours un rapport étroit entre ce qui est évalué et ce qui a fait l'objet d'apprentissage. En ce sens, le respect de la cohérence permet d'assurer la validité de l'évaluation. »

Finalement, la politique discute de deux autres valeurs instrumentales, la rigueur et la transparence.

« La rigueur se traduit par une évaluation soucieuse d'exactitude et de précision. Une évaluation rigoureuse doit conduire à poser les jugements les plus justes possible afin de prendre des décisions et de mener des actions qui vont servir à faire progresser l'élève, à l'orienter dans son cheminement scolaire et à reconnaître officiellement ses apprentissages. La transparence suppose que les normes et les modalités d'évaluation soient connues et comprises de tous. Il est essentiel que l'élève sache ce sur quoi il sera évalué, ce qu'on attend de lui, et qu'il comprenne les jugements et les décisions qui le concernent. Dans une perspective d'aide à l'apprentissage, il est important de lui donner une rétroaction pertinente et claire sur ses apprentissages. »

Dans le Programme de formation de l'école québécoise, il est important de noter qu'il est demandé d'évaluer trois compétences mathématiques : résoudre une situation-problème, raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques puis communiquer à l'aide du langage mathématique.

« Raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques ne peut logiquement se faire que si l'on communique avec le langage mathématique et le raisonnement mathématique s'exerce le plus généralement en situation de résolution de situations-problèmes. »

Le programme accorde donc une importance à la résolution de situations-problèmes.

Du côté de la recherche, plusieurs se sont penchés sur la question de l'évaluation. Perrenoud (2004) discute de l'évaluation des compétences. Dans le contexte québécois, l'évaluation se fait par compétences, rendant pertinentes les discussions autour de leur évaluation. Pour Perrenoud (2004), « plus un système scolaire et son

corps enseignant se soucient d'évaluer des connaissances contextualisées et mobilisées, plus ils seront prêts à évaluer des compétences ». Pour lui, « l'école n'est pas l'endroit idéal pour créer de vraies situations de raisonnement et d'action. » Il établit d'ailleurs une liste de huit critères pour développer une évaluation « authentique » au sens de Wiggins (1989). Celui-ci avait émis une liste de critères pour identifier une évaluation « authentique ». Voici les huit critères identifiés par Perrenoud à partir du texte de Wiggins.

- 1. L'évaluation n'inclut que des tâches contextualisées.
- 2. L'évaluation porte sur des problèmes complexes.
- 3. L'évaluation doit contribuer à ce que les étudiants développent davantage leurs compétences.
- 4. L'évaluation exige l'utilisation fonctionnelle de connaissances disciplinaires.
- 5. Il n'y a aucune contrainte de temps fixée arbitrairement lors de l'évaluation des compétences.
- 6. La tâche et ses exigences sont connues avant la situation d'évaluation.
- 7. L'évaluation exige une certaine forme de collaboration avec des pairs.
- 8. La correction prend en considération les stratégies cognitives et métacognitives utilisées par les étudiants.

Je m'attarde ici principalement au critère numéro six. Comme pour le Ministère de l'Éducation, Perrenoud souligne que la tâche et les exigences doivent être connues avant la situation d'évaluation, ce que le Ministère de l'Éducation nomme « transparence ». Les élèves ne doivent pas être surpris par ce qui leur est demandé à l'évaluation ni par ce que l'on attend d'eux. Il semble que ce soit un critère important lors de la création d'une évaluation. Qu'une tâche et ses exigences soient connues avant l'évaluation n'est pas équivalent à évaluer en cohérence avec les

apprentissages. Par contre, je crois qu'évaluer en cohérence avec les apprentissages doit contribuer au fait de connaître une tâche et ses exigences avant l'évaluation. En effet, il est plus difficile pour un élève de comprendre ce qui lui est demandé si l'apprentissage et l'évaluation ne sont pas en cohérence. Le fait que ce qui est évalué doit se rapprocher de ce qui est fait lors de l'apprentissage est appelé « cohérence » par le Ministère. Selon ce critère, un enseignant pourrait demander aux élèves de faire une évaluation avec papier et crayon alors qu'en classe ils ont utilisé une technologie. Par contre, il me parait improbable que l'élève sache bien ce qui lui est demandé et les exigences compte tenu du fait que la cohérence entre l'apprentissage et l'évaluation est absente. Enfin, même si, selon les critères de Perrenoud, la tâche doit porter sur des problèmes complexes, l'élève doit être en mesure de savoir comment il sera évalué avant l'évaluation.

Il reste quand même intéressant de noter une certaine contradiction entre le critère six de Perrenoud et les exigences concernant la première compétence dans le *Programme de formation*. En effet, selon ce programme, les situations-problèmes doivent répondre à l'une des conditions suivantes : — la situation n'a pas été présentée antérieurement en cours d'apprentissage ; — l'obtention d'une solution satisfaisante exige le recours à une combinaison non apprise de règles ou de principes dont l'élève a ou non fait l'apprentissage ; — le produit, ou sa forme attendue, n'ont pas été présentés antérieurement. Dans le contexte de ces conditions, cela semble interférer avec le fait que la tâche et ses exigences doivent être connues avant l'évaluation.

#### 1.3 Questions de recherche

Pountney, Leinbach et Etchells (2002) précisent qu'en permettant la calculatrice CAS (Computer Algebra System), plusieurs tâches d'évaluation sont devenues triviales. Ils soulignent aussi que ces calculatrices deviennent de plus en plus accessibles grâce au prix assez bas de leur acquisition. Comme c'est un texte qui date d'une quinzaine d'années, il est intéressant de souligner que les prix des technologies qui permettent de faire des mathématiques ont beaucoup baissé depuis ce temps. La plupart des applications pour téléphones et tablettes sont gratuites. C'est donc dire que la technologie, en plus d'être plus diversifiée, est encore plus accessible qu'à cette époque et qu'il devient donc plus important de se pencher sur la question de l'évaluation avec cette technologie.

L'accessibilité des technologies qu'on peut utiliser en mathématiques fait en sorte que plusieurs enseignants les exploitent en classe. Or, la politique d'évaluation des apprentissages souhaite une cohérence dans les évaluations. Cette cohérence « suppose qu'il y a toujours un rapport étroit entre ce qui est évalué et ce qui a fait l'objet d'apprentissage. » C'est donc dire que, pour être cohérents, si certains enseignants utilisent les technologies en classe, certains d'entre eux doivent évaluer en permettant la technologie. Ce sont donc les évaluations où la technologie est permise que j'étudierai dans cette recherche.

De son côté, Drivjers (2013) mentionne que le design des tâches est un facteur crucial de réussite pour l'introduction de la technologie en enseignement des mathématiques. De la même façon, Laborde est d'avis que le défi pour les enseignants est de délimiter les caractéristiques des tâches basées sur la technologie qui prennent en compte les

avantages de la technologie et qui donnent de la signification aux concepts mathématiques. Mon intérêt se portera donc sur le design des tâches dans les évaluations où la technologie est permise. Ainsi, les trois questions principales de ma recherche sont les suivantes.

Question principale 1 : Quelles sont les tâches présentées aux élèves quand la technologie est permise en contexte d'évaluation?

Question principale 2 : Quelles sont les caractéristiques de ces tâches?

Question principale 3 : Comment les enseignants choisissent-ils ou construisent-ils ces tâches ?

Cette recherche est donc une recherche qui a pour objectif d'explorer les tâches présentées aux élèves quand la technologie est permise en contexte d'évaluation. Aussi, en observant les caractéristiques de ces tâches, il sera possible d'ensuite comprendre comment les enseignants choisissent ces tâches. Les déterminants influençant les enseignants concernant la technologie en contexte d'évaluation sont possiblement variés. L'objectif de cette recherche est d'explorer ces déterminants.

#### **CHAPITRE II: CADRE CONCEPTUEL**

Dans ce deuxième chapitre, « Cadre conceptuel », je présente le cadre conceptuel élaboré pour cette recherche en cohérence avec mes questions de recherche.

Plus précisément, dans la section 2.1, je précise quelles sont les technologies étudiées pour cette recherche.

Dans la section 2.2, en me basant à la fois sur mon expérience d'enseignant et sur des écrits scientifiques, je présente quelques caractéristiques susceptibles d'être observées dans les tâches d'évaluation où les outils sont permis. De cette façon, je précise la deuxième question principale à l'aide de questions spécifiques.

Dans la section 2.3, je présente le concept de déterminants des pratiques enseignantes en m'appuyant sur les travaux de Rogalski et Robert (2002). J'explique ensuite comment ce concept peut être mis en lien avec celui de caractéristique des tâches d'évaluation.

Dans la section 2.4, je précise la troisième question principale à l'aide de questions spécifiques identifiées à partir du cadre conceptuel.

# 2,1 Quelle technologie?

Tout d'abord, il me parait important de spécifier à quel type de technologie je m'intéresse. La calculatrice scientifique est permise durant les évaluations depuis bon nombre d'années au Québec et aussi ailleurs dans le monde. Ce qui m'intéresse, ce sont les outils différents de la calculatrice scientifique autorisée lors des évaluations du Ministère de l'Éducation du Québec. Comme nous l'avons vu plus tôt, le Ministère de l'Éducation du Québec (2016) a donné cette consigne :

« lors de ces évaluations, les calculatrices scientifiques autorisées ne doivent pas effectuer de calculs algébriques, résoudre une équation, déterminer les paramètres d'une droite ou d'une courbe de régression et déterminer le coefficient de corrélation linéaire. »

Je m'intéresse donc aux outils offrant ces possibilités. Pour m'aider à distinguer les technologies mathématiques qui m'intéressent, je m'appuierai des trois fonctions didactiques de la technologie pour l'algèbre telles que définies par Drivjers, Boon et Van Reeuwijk (2011). Plusieurs auteurs dans la littérature utilisent cette classification des technologies selon trois fonctions didactiques. Une classification semblable avait été faite par Hoyles et Noss (2003), puis réutilisée dans un texte de Laborde (2007).

- 2.1.1 Trois fonctions didactiques de la technologie.
- 2.1.1.1La technologie comme outil pour faire de l'algèbre.

Ici, la technologie est vue comme un outil qui externalise les procédures algébriques. Ce sont des procédures qui pourraient être faites à la main, mais qui sont plutôt effectuées avec la technologie. De la même façon que des additions peuvent être faites à la calculatrice ou à la main, on peut alors faire les calculs algébriques à la calculatrice ou à la main. Cela permet à l'utilisateur de se concentrer sur d'autres aspects d'une tâche qui sont moins reliés au calcul. Par exemple, l'utilisateur, après avoir trouvé l'intersection entre deux droites avec la technologie, pourrait avoir à interpréter le sens de cette intersection dans une tâche particulière.

Les outils auxquels on peut penser ici sont les calculatrices graphiques, les logiciels de géométrie dynamique, les tableurs, ou tout programme qui permet de faire des mathématiques comme *Desmos*, *Symbolab* et *Geogebra*. Par exemple, dans l'application *Symbolab*, il est possible de résoudre une équation, elle permet donc d'effectuer des opérations algébriques. Les calculs auraient pu être réalisés à la main, mais la technologie permet de les faire elle aussi. Cela pourrait permettre dans une tâche de se concentrer sur l'interprétation à donner à l'intersection des deux droites. Cette intersection signifie-t-elle qu'une compagnie fait plus de profits qu'une autre? Cette intersection fait-elle partie du domaine des fonctions à l'intérieur de cette tâche? Si les fonctions sont définies par partie, est-ce qu'elles vont se recroiser plus tard? À la figure 2.1, on peut voir comment l'application *Symbolab* résout un système d'équations.

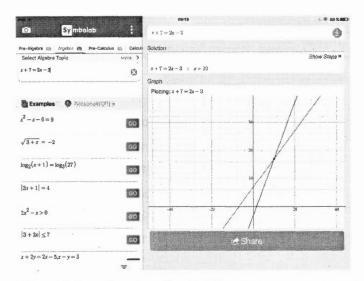


Figure 2.1 Apllication Symbolab qui résout une équation.

### 2.1.1.2 Technologie pour exercer des aptitudes.

Ici, la technologie donne une rétroaction personnalisée, en fonction des solutions et stratégies de l'élève. De plus, la technologie permet de générer plusieurs tâches sans intervention humaine, seulement en faisant varier aléatoirement les paramètres d'une tâche. Même si ce n'est pas l'enseignant qui corrige les tâches des élèves, c'est quand même lui qui choisit le type de tâche à effectuer. Un bon exemple de ce type de fonction de la technologie est l'utilisation d'un exerciseur qui permet de corriger l'élève à chaque étape d'une résolution d'équations. À la figure 2.2, il est possible d'observer l'application *Netmaths* qui permet à l'élève d'exercer des aptitudes.

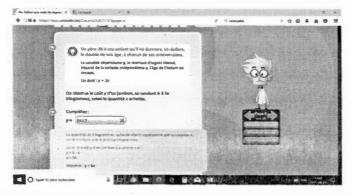


Figure 2.2Application Netmaths pour exercer des aptitudes.

## 2.1.1.3 Environnement pour développer des concepts.

L'objectif est d'évoquer des processus spécifiques et de guider le développement de la pensée algébrique de l'élève. La technologie permet ici de mieux visualiser un concept, le présenter de façon dynamique, ce qui permettrait d'avoir une meilleure compréhension de celui-ci. La technologie peut aussi générer une multitude d'exemples qui pourraient permettre à l'élève de tenter une généralisation. Un bon exemple de ce type de fonction de la technologie est l'utilisation d'un logiciel qui permet de voir des tuiles algébriques quand on multiplie des expressions algébriques. À la figure 2.3, un site internet géré par le National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) qui permet d'apprendre à faire des opérations algébriques à partir des tuiles algébriques.

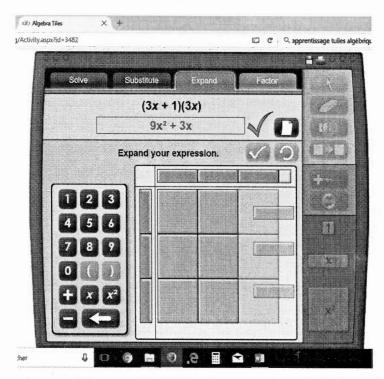


Figure 2.3 Site internet qui permet d'apprendre à faire des opérations algébriques à partir de tuiles algébriques.

Il est maintenant bien important de comprendre que ces fonctions de la technologie ne sont pas des propriétés des outils eux-mêmes. Ce sont plutôt des façons de se servir d'un outil. On pourrait trouver des outils qui remplissent plusieurs des trois fonctions mentionnées plus tôt. Par exemple, dans l'application *Netmaths*, il est possible pour l'élève de faire des exercices et d'avoir de la rétroaction rapide, mais il est aussi possible de faire des calculs avec une calculatrice intégrée à l'application. C'est donc dire que cette application remplit deux fonctions didactiques différentes. Malgré cela, certains outils sont plus appropriés pour l'une ou l'autre des fonctions.

Il est aussi à remarquer que d'autres d'outils existent dans le milieu de l'éducation. Par exemple, dans l'édition spéciale de la revue Envol publiée par le GRMS (2017) portant sur l'évaluation, quelques intervenants discutent d'une plateforme. Celle-ci

permet, entre autres, aux enseignants de verser du contenu sous forme de fichiers ou de vidéos. Il permet aussi, entre autres, de publier des évaluations. Cela en fait un outil qui joue une fonction dans l'enseignement plutôt que pour l'apprentissage ou pour faire des mathématiques. Malgré cela, cette plateforme peut aussi jouer d'autres fonctions comme celle d'exercer des aptitudes. En effet, elle permet à l'enseignant de construire des tâches où les élèves obtiennent une rétroaction instantanée par des commentaires reliés aux réponses données par les élèves.

## 2.1.2 La fonction didactique de la technologie choisie pour cette recherche.

Dans mon cas, je cherche vraiment à observer des évaluations où les outils, qui peuvent être utilisés pour que l'utilisateur fasse des mathématiques, sont permis. Comme exemple, on peut penser à Geogebra qui permet, entre autres, de tracer une médiane, d'effectuer des transformations géométriques, de tracer le graphique d'une fonction, d'évaluer un coefficient de corrélation. On peut aussi penser à Desmos qui permet, pour une même fonction, de tracer le graphique et de créer une table de valeurs. Cette application permet aussi de modifier chacun de ces modes de représentations pour en voir les effets sur les autres modes de représentation. Les trois fonctions de la technologie évoquées par Driviers, Boon et Van Reeuwijk ont été construites pour l'algèbre. On peut s'imaginer le même type de fonctions didactiques pour les autres domaines mathématiques comme la géométrie, les statistiques ou les probabilités. Par exemple, en géométrie, on pourrait se servir d'un outil qui permet de calculer le point milieu entre deux sommets. En probabilités, on pourrait avoir un outil qui calcule une probabilité géométrique automatiquement. Je vais donc m'attarder, non seulement aux outils qui permettent à leurs utilisateurs de faire de l'algèbre, mais à tous les outils qui leur permettent de faire des mathématiques. Ceci inclut donc tous les domaines mathématiques sans exclusivité à l'algèbre. Dans les deux cas, ce sont des calculs qui pourraient être faits à la main, mais où l'on externalise la partie des calculs pour la mettre dans les mains de la

technologie. Comme mentionné plus tôt, cela permet à l'utilisateur de centrer son attention sur d'autres parties d'une tâche moins reliées au calcul.

La fonction technologique qui est pertinente pour cette recherche est celle qui permet à un utilisateur de faire des mathématiques. C'est cette fonction qui permet à l'utilisateur de centrer son attention sur des parties d'une tâche moins reliées au calcul. C'est donc cette fonction qui a le pouvoir de transformer les tâches d'évaluation parce que la partie où il y a des calculs est évacuée. Ceci est en opposition avec un outil qui permettrait à son utilisateur de développer des concepts ou d'exercer des aptitudes. Cela n'empêche pas que ces outils peuvent permettre aussi d'apprendre ou d'exercer des aptitudes. Par contre, dans cette étude, les outils étudiés sont ceux qui permettent à l'utilisateur de faire des mathématiques même s'ils ont aussi d'autres fonctions. En plus précis, je veux observer les caractéristiques des évaluations lorsque de tels outils sont utilisés. Dans la suite du texte, quand j'utiliserai le mot « outil », ce sera toujours sous-entendu que les outils dont je parle sont des outils qui permettent à l'utilisateur de faire des mathématiques. Quoiqu'intéressantes, les deux autres fonctions de la technologie (pratiquer et exercer des aptitudes) ne sont pas étudiées dans le cadre de cette recherche. Je suis d'avis qu'en permettant ces outils qui permettent de faire des mathématiques, les enseignants conçoivent des évaluations avec des caractéristiques particulières qui sont à identifier.

En choisissant de permettre ce type d'outils, les enseignants exercent leur pratique enseignante. Le choix de la technologie permise fait donc directement partie de leur pratique enseignante. Comme je veux observer les pratiques enseignantes, il me parait pertinent pour les intérêts de ma recherche de connaître l'outil permis lors des évaluations, la fonction jouée par l'outil ainsi que les raisons influençant le choix de cet outil. Je veux donc observer les caractéristiques des tâches d'évaluation quand les utilisateurs peuvent utiliser un outil qui leur permet de faire des mathématiques.

## 2.2 Les caractéristiques à observer.

Pour arriver à répondre à ma deuxième question principale recherche, je dois cibler des caractéristiques à observer dans les tâches. Certaines caractéristiques qui permettront de décrire les tâches analysées seront émergentes. Toutefois, je souhaite m'outiller d'avance en me servant d'écrits portant sur l'apprentissage des mathématiques ainsi que ceux portant à la fois sur la technologie et l'évaluation. J'ai l'impression que les caractéristiques de l'apprentissage des mathématiques avec la technologie pourraient avoir des liens avec les caractéristiques des évaluations où les enseignants permettent la technologie. En m'outillant de cette façon, je pourrai porter mon attention sur des caractéristiques déjà ciblées tout en demeurant ouvert à des caractéristiques émergentes.

Ces caractéristiques permettront de classer les tâches où la technologie est permise en contexte d'évaluation. Elles permettent de comprendre et comparer ces tâches. De l'autre côté, la communauté scientifique sera mieux outillée à connaître les caractéristiques des tâches créées par les enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation. Il sera alors pertinent de voir à quel point les tâches et leurs caractéristiques sont semblables ou différentes des tâches où la technologie n'est pas permise.

## 2.2.1 Rôle de l'outil pour accomplir les tâches

Quand j'ai créé mon premier examen permettant la technologie, la première question qui m'est venue en tête concernait le fait d'y inclure ou non des tâches qui pouvaient être réussies avec papier et crayon. Par exemple, dans une évaluation, est-ce que je continuais de demander aux élèves de résoudre une équation avec papier et crayon, et

ce, au moment où ils avaient accès à une technologie qui pouvait le faire à leur place? Brown (2005) se pose sensiblement la même question. Il fait une étude sur l'introduction des nouvelles technologies lors des évaluations dans des pays avec des programmes de formation différents. Il se donne comme tâche de classer les différentes tâches d'évaluation. Tout d'abord, il classe les tâches selon le rôle de l'outil pour effectuer les tâches. Il voulait donc savoir si l'outil est requis, optionnel, neutre ou tout simplement exclu pour chacune des tâches. C'est donc le rôle que peut jouer l'outil pour résoudre chacune des tâches qui est une première caractéristique à observer.

Brown (2005) divise les tâches en deux catégories, celle où la technologie peut jouer un rôle (technologie active) et celle où la technologie ne peut pas jouer un rôle (technologie inactive) dans la réussite d'une tâche. Dans le cas où la technologie peut jouer un rôle pour accomplir une tâche, il fait deux sous-catégories. La première de celles-ci englobe les tâches où la technologie est nécessaire à l'accomplissement de la tâche alors que la deuxième catégorie touche les tâches où la technologie produit une solution alternative à la méthode avec papier et crayons.

Dans le cas où la technologie ne peut pas jouer un rôle pour l'accomplissement d'une tâche, il y a aussi deux sous-catégories. Il y a tout d'abord les cas où la technologie n'est d'aucune aide à la résolution d'une tâche. Brown (2005) nomme ces cas : technologie neutre. Il y a finalement les cas où la formulation d'une tâche exclut explicitement l'utilisation de la technologie. L'enseignant interdit, à ce moment-là, l'utilisation de la technologie.

Tableau 2.1Résumé des rôles possibles de la technologie pour une tâche d'évaluation

Rôle	Niveau	Description	
Technologie	Requise	La tâche ne peut être réussie sans la technologie.	
active	Optionnelle	La technologie peut contribuer à la réussite d'une tâche	
		mais elle n'est pas nécessaire.	
Technologie	Neutre	La technologie n'a pas le potentiel de contribuer à la	
inactive		réussite d'une tâche.	
	Exclue	La formulation d'une tâche interdit explicitement	
		l'utilisation d'une technologie par les élèves.	

2.2.1.1Sous-catégorie : Technologie active requise

Brown (2005) définit cette sous-catégorie comme étant celle où les tâches ne peuvent pas être raisonnablement réussies sans l'utilisation d'une technologie. On entend ici qu'il peut être possible de réussir une tâche avec papier et crayons, mais que c'est simplement trop difficile ou inefficace pour les élèves d'y arriver. Par exemple, si les élèves n'ayant jamais travaillé avec des fonctions quadratiques essaient de réussir cette tâche, ils ne seront tout simplement pas capables d'y arriver. Avec un outil qui résout des systèmes d'équations, ils peuvent y arriver. À la figure 2.4, voici un exemple de tâche où la technologie est active requise.

Voici les règles des profits (y) générés par deux entreprises en milliers de dollars pendant une année où x représente le nombre de mois.

Entreprise A: y = 0.5x + 2

Entreprise B:  $y = (x-7)^2 - 2$ 

À quel moment de l'année les deux entreprises feront-elles le même profit ?

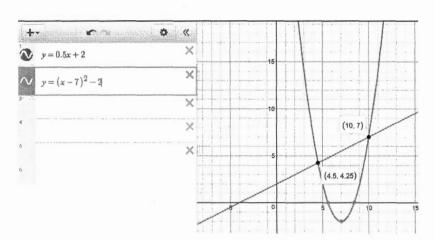


Figure 2.4 Exemple de tâche où la technologie est active requise.

Un élève qui ne sait pas résoudre une équation du second degré avec papier et crayon peut trouver les intersections entre la droite et la courbe en deux clics. Sans la technologie, cet élève n'est pas capable de réussir la tâche. C'est d'ailleurs ce qui fait que la technologie est active requise dans ce cas-ci.

## 2.2.1.2Sous-catégorie: Technologie active optionnelle.

Ici, on désigne les tâches qui peuvent, de façon égale, être faites avec une technologie ou tout simplement avec le papier et le crayon. L'élève peut réussir la tâche avec ou sans la technologie.

Par exemple, on pourrait demander aux élèves de trouver la solution de cette équation. À la figure 2.5, voici un exemple où les élèves pourraient utiliser le papier et le crayon de cette façon.

Résous cette équation.  

$$x^{2} - 3x + 1 = 2x - 5$$

$$x^{2} - 5x + 6 = 0$$

$$(x - 3)(x - 2) = 0$$

$$x = 3 \circ -x = 2$$

Figure 2.5 Exemple de tâche où la technologie est active optionnelle. Ici, on trouve la démarche faite à la main.

Les mêmes élèves pourraient aussi, s'ils avaient accès à *Desmos*, tracer les deux fonctions puis trouver l'intersection de celles-ci. C'est donc dire que les élèves, dans cette sous-catégorie de questions, peuvent réussir la tâche avec ou sans la technologie de façon égale.

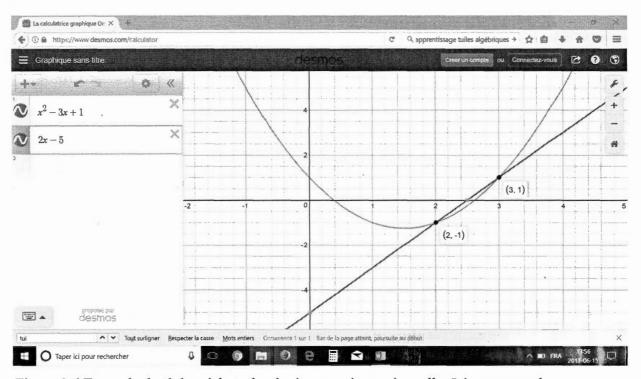


Figure 2.6 Exemple de tâche où la technologie est active optionnelle. Ici, on trouve la démarche utilisée avec l'outil *Desmos*.

### 2.2.1.3 Sous-catégorie : Technologie inactive neutre.

Cette sous-catégorie inclut les tâches où la technologie n'a aucun potentiel de contribuer à la réussite d'une tâche. C'est donc la solution avec papier et crayon qui est alors privilégiée. Dans l'exemple ci-bas, l'outil *Desmos* ne pourra pas nous aider à réussir la tâche. En effet, l'application *Desmos* ne permet pas les calculs algébriques. Elle permet de tracer des fonctions dans un graphique. Elle ne sera donc d'aucune aide ici. À la figure 2.7, voici un exemple de tâche où la technologie est inactive neutre si l'on utilise l'outil *Desmos*.

Factorisez l'expression algébrique suivante.

 $6x^2 + 11x - 11$ 

Figure 2.7 Exemple de tâche où la technologie est inactive neutre si l'on utilise l'outil *Desmos*.

### 2.2.1.4Sous-catégorie : Technologie inactive exclue

Dans cette dernière sous-catégorie, la technologie est exclue de la résolution de la tâche, mais seulement parce que la formulation de la question en exclut l'utilisation. L'élève pourrait, s'il le désire, effectuer la tâche avec la technologie, mais les consignes en restreignent l'utilisation. Voici un exemple d'une telle tâche à la figure 2.8.

Résous algébriquement le système d'équations ci-dessous. Laisse les traces de tes démarches.

- = 3x + 5

-=5-+13

Figure 2.8 Exemple de tâches où la technologie est inactive exclue.

## 2.2.1.5 Pourquoi se servir de cette caractérisation des tâches de Brown?

Cette caractérisation des tâches selon le rôle de la technologie élaborée par Brown (2005) me parait être une avenue pertinente pour ma recherche. Elle me donne un premier angle pour différencier les tâches et les caractériser. La première division que Brown (2005) utilise permet en effet de savoir si la technologie a le potentiel de faire réussir une tâche. Il faut se rappeler que je veux connaître les caractéristiques des tâches choisies par les enseignants quand ils permettent la technologie en contexte d'évaluation. Le potentiel d'utilisation de la technologie pour réussir une tâche me parait être un élément essentiel de cette analyse. Il permet donc de savoir si les enseignants tiennent compte du potentiel d'utilisation d'une technologie dans la création des tâches d'une évaluation. Par exemple, dans une évaluation où la technologie est permise, il est pertinent de savoir si toutes les tâches nécessitent la technologie ou non. De plus, connaître les motivations qui pousseraient les enseignants à conserver de telles tâches permet de comprendre les déterminants de leurs pratiques évaluatives.

La deuxième division permet de distinguer les tâches où la technologie est permise parce qu'elle est requise ou simplement parce qu'elle est une méthode alternative à la méthode avec papier et crayon. Encore une fois, cette division des tâches me semble en cohérence avec mes questions de recherche. Imaginons un premier enseignant

pour qui la technologie est requise pour toutes les tâches d'une évaluation. Pour un deuxième enseignant, la technologie est une méthode alternative à la réussite d'un problème. Est-ce que leurs motivations à permettre la technologie sont les mêmes? C'est, entre autres, à ce type de questions que cette recherche tente de répondre. Cette deuxième division des tâches selon le rôle de la technologie choisie par Brown (2005) convient alors à cette recherche.

Même si cette division des tâches me parait appropriée, je crois qu'il sera pertinent de raffiner la sous-catégorie des tâches où la technologie est active optionnelle. Il faut se rappeler que les tâches de cette sous-catégorie pourraient être réalisées à la main ou avec la technologie mathématique. Par contre, il me semble important de distinguer si l'enseignant force les élèves à utiliser l'outil ou non. En effet, même si la tâche peut être réalisée de deux façons différentes, l'enseignant peut demander qu'elle soit réalisée avec la technologie. Le tableau 2.2 présente cette nouvelle division.

Tableau 2.2 Tableau résumant les différents rôles possibles de la technologie pour faire une tâche.

Rôle	Niveau	Description	
Technologie	Requise	La tâche ne peut être réussie sans la technologie.	
active	Optionnelle	e La technologie peut contribuer à la réussite d'une tâch	
	forcée	mais elle n'est pas nécessaire. Malgré tout, l'enseignant	
		oblige l'élève à utiliser la technologie pour y arriver.	
	Optionnelle	La technologie peut contribuer à la réussite d'une tâche,	
	libre	mais elle n'est pas nécessaire. L'enseignant laisse le	
		choix à l'élève de réussir la tâche avec la méthode de son	
		choix.	
Technologie	Neutre	La technologie n'a pas le potentiel de contribuer à la	
inactive		réussite d'une tâche.	
	Exclue	La formulation d'une tâche exclut l'utilisation d'une	
		technologie par les élèves. On pourrait alors imaginer la	
	Y Y	même question avec une formulation différente qui	
		permettrait l'utilisation d'une technologie qui aiderait à	
		la réussite d'une tâche.	

## 2.2.2 Niveau des habiletés mathématiques requises pour réussir une tâche

Comme enseignant, l'autre question que je me posais concernait le niveau des habiletés mathématiques requises pour réussir les tâches. Influencé par le discours du GRMS, je trouvais, moi aussi, étrange de donner des tâches où l'on demande aux élèves de faire des calculs au moment où ils ont un outil dans les mains qui permet d'effectuer ces calculs. C'est encore Brown (2005) qui a catégorisé les tâches d'évaluation, mais, cette fois-ci, en tenant compte du niveau des habiletés mathématiques requises pour réussir les tâches. Ici, il distingue trois niveaux d'habilités : mécaniques, interprétatives et constructives. J'observerai, moi aussi, dans les tâches construites par les enseignants qui permettent des outils en contexte d'évaluation, le niveau des habiletés requises pour accomplir les tâches.

Le premier niveau décrit par Brown (2005) est mécanique et est divisé en trois souscatégories (connaissances factuelles, compréhension, procédures mathématiques de routine). Le deuxième niveau est interprétatif et est divisé en deux sous-catégories (transfert d'information, applications dans une nouvelle situation). Finalement, le troisième niveau est constructif.

Tableau 2.3 Catégorisation des tâches selon le niveau d'habiletés mathématiques

Habiletés mathématiques	Descripteurs
Mécaniques	Connaissances factuelles
	Compréhension
	Routines mathématiques
Interprétatives	Transfert d'informations
	Application dans une nouvelle situation
Constructives	Comparer, conjecturer, justifier, évaluer, juger des implications

Voici des exemples des différentes habiletés mathématiques.

2.2.2.1 Premier niveau d'habiletés, les habiletés mécaniques.

Habiletés mécaniques, sous-catégorie des connaissances factuelles

Ici, on demande aux élèves un fait mathématique. Par exemple, on pourrait demander aux élèves d'écrire la formule pour l'aire d'un cercle.

Habiletés mécaniques, sous-catégorie de la compréhension

Ici, les élèves doivent sélectionner une technique parmi celles qu'ils connaissent ou doivent substituer des informations dans une formule. Les élèves doivent donc comprendre ce qu'il y a à faire comme opération. Brown (2005) souligne que plusieurs tâches qui sont dans la catégorie de procédures de routines mathématiques avec la méthode avec papier et crayon sont dans la catégorie de la compréhension quand on permet l'utilisation d'une technologie. Par exemple, si l'on demande de trouver les points d'intersection avec les axes de la fonction  $f(x) = \frac{2}{3}x - 5$  avec papier et crayon, on aura une question de routine mathématique. Avec une technologie, il faut alors que l'élève comprenne que nous avons une droite qui coupe les axes, qu'il entre l'équation de cette droite dans l'outil et qu'il sélectionne les endroits où cette droite coupe les axes. Aucun calcul n'est alors requis par l'élève. Ce serait donc un bon exemple d'une situation où la technologie permet à l'utilisateur de faire des mathématiques et où les calculs sont externalisés. À la figure 2.9, voici comment l'élève peut trouver l'ordonnée à l'origine d'une fonction à l'aide de l'outil Desmos.

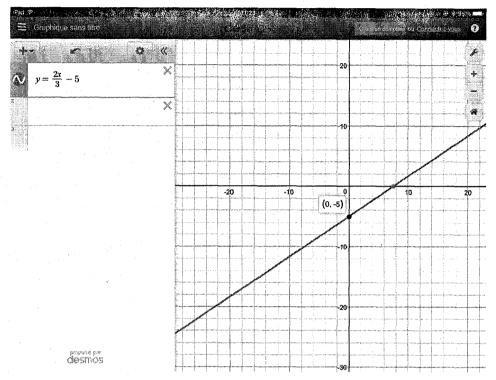


Figure 2.9 Trouver l'ordonnée à l'origine d'une fonction à l'aide de l'outil Desmos.

Habiletés mécaniques, sous-catégorie des procédures mathématiques de routine

Comme nous venons de l'observer dans l'exemple précédent, ces tâches exigent l'usage de techniques standards comme la résolution d'une équation.

## 2.2.2.2 Habiletés interprétatives.

Ce type d'habiletés demande aux élèves de déterminer la méthode requise pour trouver une solution à une question en faisant des liens avec des connaissances antérieures. Ces habiletés demandent aussi aux élèves d'avoir une compréhension conceptuelle du sujet. On divise ces habiletés en deux catégories.

Habiletés interprétatives, sous-catégorie du transfert d'informations

Les tâches de cette sous-catégorie demandent aux élèves de transformer les informations données dans un type de représentation vers un autre plus approprié qui permet de réussir la tâche. À la figure 2.10, les élèves doivent transformer le texte en équations ce qui leur permet de réussir la tâche.

Giro a le choix de travailler chez « Poutine en vrac » ou chez « Super Sauce ». Au premier restaurant, on lui offre de travailler pour un salaire de 85 \$ par jour ainsi que 0,65 \$ par patate vendue. Au deuxième restaurant, on lui offre un salaire de 70 \$ par jour et 0,80 \$ par patate vendue.

Où devrait-il travailler?

Figure 2.10 Exemple de tâche où les élèves doivent transformer le texte en équations.

Habiletés interprétatives, sous-catégorie de l'application dans une nouvelle situation.

Ces tâches demandent aux élèves d'utiliser les informations d'une nouvelle façon ou de résoudre le problème d'une façon inattendue. Par exemple, pour des élèves n'ayant jamais travaillé avec les fonctions quadratiques, la tâche suivante demande aux élèves de résoudre le problème d'une façon inattendue. En effet, pour eux, qui n'ont travaillé qu'avec des droites, il est difficile de concevoir que deux fonctions se croisent à plus d'un endroit. Cela demande donc aux élèves de travailler d'une nouvelle façon. À la figure 2.11, voici un exemple de tâche où l'élève se trouve dans une nouvelle situation.

Voici les règles des profits (y) générés par deux entreprises en milliers de dollars pendant une année où x représente le nombre de mois.

Entreprise A: y = 0.5x + 2

Entreprise B:  $y = (x-7)^2 - 2$ 

À quel moment de l'année les deux entreprises feront-elles le même profit?

Figure 2.11 Exemple de tâche où l'élève se trouve dans une nouvelle situation.

#### 2.2.2.3 Habiletés constructives

Ces habiletés demandent un haut niveau d'habiletés de raisonnement et de justification puisqu'elles demandent aux élèves de faire des rapports entre leurs habiletés procédurales et leur compréhension conceptuelle. Brown (2005) souligne que, même dans les examens universitaires, ces habiletés sont rarement requises lors des évaluations. Quand ces habiletés sont requises, souvent, les élèves doivent premièrement utiliser d'autres habiletés plus simples qui les aideront à construire leur propre façon de résoudre le problème. Dans l'exemple suivant, l'élève doit essayer plusieurs valeurs de b, se rendre compte qu'on est capable de créer une fonction avec ces différentes valeurs. À la figure 2.12, voici un exemple de tâche demandant des habiletés constructives.

Soit les deux fonctions suivantes.

$$f(x) = -\text{et } g(x) = 3x + b$$

En assignant différentes valeurs à b, on trouve différentes solutions (m, n) au système d'équations. Quelle est l'équation de la droite passant par toutes les valeurs de (b, m)?

Figure 2.12 Exemple de tâche demandant des habiletés constructives.

Cette division des tâches par Brown (2005) selon le niveau des habiletés requises pour les réussir me parait être un élément important de mon analyse. En effet, pour moi, les habiletés requises pour réussir une tâche et les raisons pour lesquelles on permet la technologie en contexte d'évaluation sont reliées. Par exemple, un enseignant qui ne met plus de tâches mécaniques dans une évaluation où la technologie est permise le fait par choix. Quelles sont ses motivations? C'est à ce type de questions que je m'intéresse et cette division des tâches par Brown (2005) pourra m'aider à y parvenir.

## 2.2.3 Approche expérimentale des mathématiques.

Avant que mes élèves fassent l'évaluation que nous avions créée, je me suis rendu compte que plusieurs des tâches d'évaluation qu'on demandait aux élèves avaient une caractéristique commune. En effet, souvent, les élèves devaient utiliser une approche expérimentale pour réussir une tâche. Par exemple, ils devaient modifier à plusieurs reprises le zoom dans l'application *Desmos* pour être capables de trouver l'intersection entre deux droites.

À la figure 2.13, voici un exemple où l'on demande à l'élève de trouver, à l'aide de Desmos, l'intersection entre les fonctions f (x)=-6,21x+3 658 et g (x)=-6,23x+4. En entrant les équations dans Desmos, on a l'impression que les fonctions sont presque

parallèles et superposées. C'est avec une succession de zoom que l'élève réussira à trouver ladite intersection.

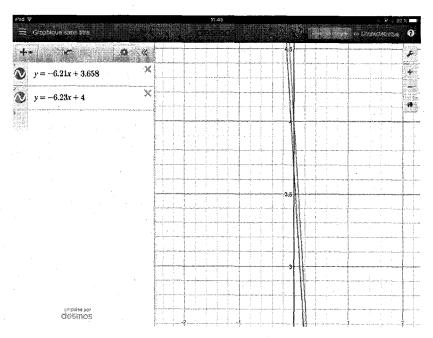


Figure 2.13Zooms successifs pour trouver l'intersection entre deux fonctions.

Cette approche expérimentale des mathématiques a aussi été mise en évidence par Laborde (2007) en tant que potentialité des technologies. En effet, elle mentionne (p.72) que « les technologies contribuent à l'utilité de l'expérimentation et changent la nature profonde des mathématiques en mettant l'accent sur une approche expérimentale des mathématiques »<sup>2</sup>. Cette approche comprendrait entre autres des activités de modélisation, de simulation et d'essais à une grande échelle. Par exemple, dans les logiciels de géométrie dynamique, les élèves peuvent utiliser des curseurs et le dragage pour modifier des paramètres dans une figure. Si l'on regarde les logiciels plus près de l'algèbre, des zooms peuvent être modifiés, des paramètres numériques changés. Les zooms, les curseurs ainsi que le dragage ne sont pas les seules

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> Traduction libre

fonctionnalités de ses outils qui permettent d'expérimenter plusieurs solutions. De plus, ce caractère exploratoire jumelé aux rétroactions instantanées permet aux utilisateurs de ces outils de poser des conjectures et de les valider ou de les invalider très rapidement. Aux figures 2.14 et 2.15, voici une tâche où les zooms et curseurs doivent être utilisés.

Soit les deux fonctions suivantes:

$$f(x) = ax + 3$$

$$g(x) = 5x + 4$$

a) Quel doit être le taux de variation de f (x) pour que les droites se croisent au point (1,1; 9,5)?

Figure 2.14 Exemple de tâche où les zooms et curseurs doivent être utilisés.

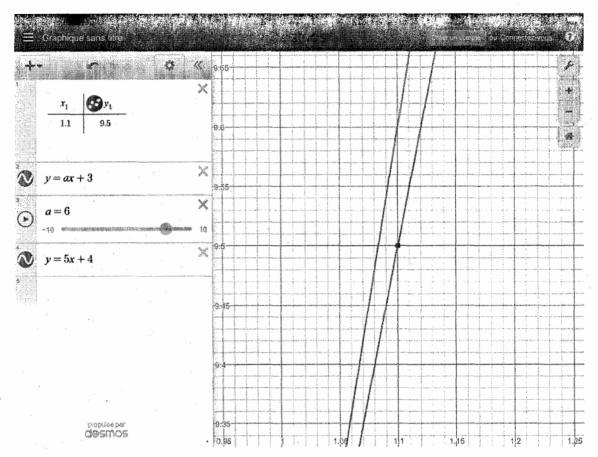


Figure 2.15 Utilisation de curseurs et zooms pour résoudre un système d'équations dans *Desmos*.

Dans cet exemple, l'élève peut créer un curseur pour le paramètre « a » et le faire varier à sa guise jusqu'au moment où les droites se croisent au point désiré (1,1;9,5). Il doit aussi, lorsque le point d'intersection approche (1,1;9,5), modifier l'intervalle à observer pour « a » de façon à trouver de façon précise le « a » recherché. Visuellement, il peut remarquer, de façon instantanée si le « a » choisi permet de trouver la bonne intersection.

Ce caractère exploratoire et cette rétroaction rapide sont des avantages que le papier et le crayon ne peuvent offrir. Je veux donc savoir si les tâches proposées dans les

évaluations permettant la technologie mathématique sollicitent le recours à une approche expérimentale des mathématiques. Je voudrais savoir comment cette approche expérimentale se manifeste à travers les tâches.

#### 2.2.4 Mathématiques du monde réel.

La théorie néerlandaise RME, résumée par Drivjers et Van den Heuvel-Panhuizen (2014), est une théorie de l'enseignement des mathématiques où des situations « réalistes » font partie prenante du processus d'apprentissage. Ces situations servent de source pour entreprendre le développement de concepts mathématiques, d'outils et de procédures en plus de servir de contexte dans lequel les apprenants peuvent appliquer leurs savoirs mathématiques. Selon cette théorie, ces savoirs deviennent alors moins formels et généraux ainsi que moins directement liés à des contextes particuliers.

Van Reeuwijk (1995) fournit cinq caractéristiques de la théorie RME. Ce sont ces cinq caractéristiques que j'aimerais observer dans les tâches d'évaluation où les enseignants permettent la technologie.

Dès 1997, Drivjers et Doorman (1997) décrivent l'effet potentiel des calculatrices graphiques sur des contextes réalistes. Pour eux, il n'est plus nécessaire de modifier un problème réaliste pour le rendre plus simple à calculer. En effet, selon eux (p. 428), « la calculatrice graphique enlève le travail technique qui prend du temps afin de laisser l'élève libre de se concentrer sur le processus de mathématisation, les stratégies de résolution, et sur l'élaboration de conclusions ». Ces contextes réalistes font partie de la théorie RME (Realistic Mathematics Education). Ces deux auteurs suggèrent que les calculatrices graphiques ont un effet catalyseur sur les mathématiques réalistes en classe. Ils pensent que l'utilisation de calculatrice

graphique permet plus facilement d'intégrer les mathématiques du monde réel en classe. Il est donc probable que ces caractéristiques de la théorie RME apparaissent dans les évaluations des enseignants qui permettent la technologie plus récente que les calculatrices graphiques. Dans mon cas, ce qui m'intéresse, c'est de savoir si ces caractéristiques de la théorie RME sont présentes dans les évaluations des enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation. Dans le cas où ces caractéristiques seraient présentes, j'aimerais voir comment elles se manifestent à travers les tâches. Je ne m'attarderai pas nécessairement qu'aux calculatrices graphiques comme le faisaient Drivjers et Doorman.

### 2.2.4.1 Première caractéristique : « Le monde réel ».

L'apprentissage des mathématiques commence avec des tâches que les apprenants perçoivent comme réelles ou réalistes. Ces tâches peuvent provenir de contextes du « monde réel », mais peuvent aussi provenir de situations qui ont du sens et qui sont naturelles pour les apprenants. C'est donc dire que, pour une même tâche, une personne pourrait prétendre qu'elle provient du monde réel alors qu'une personne prétendrait le contraire. Il n'y a donc pas de critère à regarder pour déterminer si une tâche provient du monde réel. De son côté, le *Programme de formation* n'impose pas que les situations proposées aux élèves soient réalistes. Force est d'admettre toutefois, comme le notent Lajoie et Berdnarz (2016, p. 8) que, dans les programmes du secondaire, un accent fort est donné de manière explicite aux contextes réels, ou du moins réalistes, comme en témoigne l'extrait suivant :

« Si la spécificité de la mathématique, comme langage et comme outil d'abstraction, exige de traiter de façon abstraite les relations entre les objets ou les éléments de situations, son enseignement au secondaire est plus efficace lorsqu'il prend appui sur des objets concrets ou des éléments de situations tirées de la réalité. » (MELS, 2003, p. 232, cité par Lajoie et Bednarz, 2016).

Je note donc que le *Programme de formation* se rapproche de la théorie RME. Dans mon cas, je m'attarderai à voir si les enseignants déterminent qu'une tâche provient du monde réel. Est-ce que les tâches des évaluations des enseignants qui permettent la technologie utilisent des contextes qu'ils considèrent comme faisant partie du monde réel des élèves ?

#### 2.2.4.2 Productions libres et constructions.

Les apprenants devraient avoir l'opportunité de développer leurs propres stratégies informelles de résolution de problèmes. Les stratégies développées par les apprenants peuvent mener à la construction de procédures par les apprenants. Les stratégies qu'ils développent deviennent des modèles génériques pour un groupe de tâches. On peut relier ce type de production d'élèves aux tâches qui nécessitent des habiletés constructives dans le modèle de Brown. Ce sera donc redondant d'observer les tâches demandant des habiletés constructives de Brown et les productions libres de la théorie RME.

#### 2.2.4.3 Mathématisation.

Habituellement, deux types de mathématisation sont décrits. Tout d'abord, il y a la mathématisation horizontale qui permet de modéliser une situation écrite sous la forme d'un texte en mathématiques ou de transformer un problème mathématique en situation écrite sous la forme d'un texte. Ensuite, il y a la mathématisation verticale qui permet d'atteindre un plus haut niveau d'abstraction mathématique.

Giro a le choix de travailler chez « Poutine en vrac » ou chez « Super Sauce ». Au premier restaurant, on lui offre de travailler pour un salaire de 85 \$ par jour ainsi que 0,65 \$ par patate vendue. Au deuxième restaurant, on lui offre un salaire de 70 \$ par jour et 0,80 \$ par patate vendue.

#### Où devrait-il travailler?

Figure 2.16 Exemple de tâche où la mathématisation est horizontale

Dans cette situation, il faut que l'élève transforme une situation écrite en mot en situation écrite algébriquement. On a donc une situation de mathématisation horizontale.

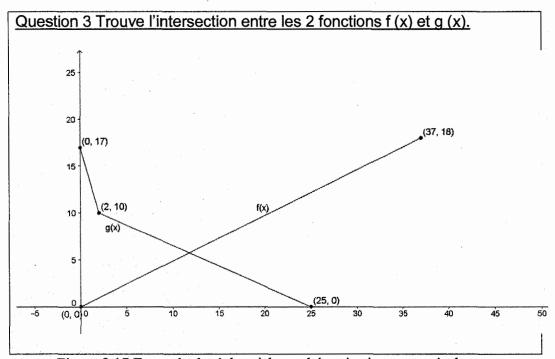


Figure 2.17 Exemple de tâche où la mathématisation est verticale.

Dans ce deuxième exemple, les élèves doivent modifier le mode de représentation graphique en un mode de représentation algébrique pour deux fonctions. Nous sommes en présence d'une mathématisation verticale. Ici, cela signifie que la mathématisation permet de passer d'une représentation mathématique à une autre. Pour être une mathématisation horizontale, il aurait fallu qu'on passe d'une situation en mots à une représentation mathématique.

Il est pertinent de noter que, dans le *Programme de formation*, concernant la première compétence en mathématiques, il existe une composante nommée « Représenter la situation-problème par un modèle mathématique ». Pour réussir cette composante, l'élève est appelé, entre autres, à associer la situation-problème à un modèle mathématique adéquat ainsi qu'à passer d'un mode de représentation à un autre. Je reconnais aussi la similitude entre le fait d'associer une situation-problème à un modèle mathématique adéquat et une mathématisation horizontale. Aussi, je perçois une ressemblance entre le fait de passer d'un mode de représentation à un autre et une mathématisation verticale. Cet élément de la RME est donc aussi présent dans le *Programme de formation* au Québec.

Dans mon cas, ce qui m'intéressera sera d'observer si les tâches d'évaluation des enseignants qui permettent la technologie requièrent une certaine mathématisation.

#### 2.2.4.4 Interaction.

L'interaction entre les élèves et entre ceux-ci et l'enseignante est importante dans la théorie RME. Cette théorie considère que la discussion et la coopération enrichissent la réflexion qui est essentielle dans le processus de modélisation. Bien qu'il puisse paraître un peu étrange qu'il y ait des interactions durant le processus d'évaluation, cela pourrait tout à fait se produire. En effet, il n'est pas interdit de croire à une évaluation où les élèves sont plusieurs dans une même équipe à faire une évaluation.

Ce pourrait d'ailleurs être une caractéristique des évaluations où les enseignants permettent la technologie. Dans tous les cas, cette interaction entre les élèves pourrait avoir des liens avec l'épistémologie socioconstructiviste sur laquelle semble se fonder l'approche par compétences à la base du *Programme de formation*. Il sera donc intéressant d'observer le niveau d'interaction lors des évaluations permettant la technologie.

## 2.2.4.5 Branches d'apprentissage intégrées.

Dans la théorie RME, les différents domaines mathématiques doivent être intégrés au curriculum. Les apprenants devraient développer une vue intégrée des mathématiques de même qu'une flexibilité à faire des liens entre les différents domaines. C'est donc dire que dans cette théorie, on pourrait s'attendre à ce que les tâches intègrent simultanément plusieurs domaines des mathématiques. Dans mon cas, je veux observer si les différents domaines mathématiques sont intégrés dans une même tâche quand les enseignants permettent la technologie en contexte d'évaluation.

### 2.2.4.6 Précision sur la troisième question principale de cette recherche.

Rappelons-nous que Drivjers et Doorman (1997) ont décrit l'effet potentiel des calculatrices graphiques sur ces cinq caractéristiques de la théorie RME. Certaines de ces caractéristiques apparaissent d'une façon ou d'une autre dans le *Programme de formation*. Par exemple, la modélisation prônée par le programme semble être assez proche de la mathématisation suggérée dans la théorie RME. Aussi, l'interaction suggérée par la théorie RME a des similitudes avec l'aspect socioconstructiviste du *Programme de formation*. Il est donc important d'observer ces caractéristiques qui font partie du *Programme de formation*. Dans mon cas, ce qui m'intéresse est de savoir comment ces caractéristiques de la théorie RME sont présentes dans les évaluations des enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation.

## 2.2.5 Caractéristiques émergentes.

Les caractéristiques que je tenterai d'observer dans les évaluations permettant la technologie ont été choisies à partir des lectures que j'ai faites, mais aussi à partir de mon expérience personnelle. Il serait prétentieux de penser avoir ciblé toutes les caractéristiques possibles pour ces évaluations. En effet, il est possible que d'autres émergent durant l'analyse. Il est aussi possible que les enseignants qui me permettront d'observer leurs évaluations aient remarqué d'autres caractéristiques à leurs évaluations. Je demeurerai donc à l'affut d'autres caractéristiques qui pourraient s'ajouter. D'ailleurs, je questionnerai les enseignants à ce sujet dès la première rencontre.

Résumé des caractéristiques à observer dans les tâches des enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation

- 1. Rôle de la technologie dans chaque tâche.
- 2. Niveau des habiletés mathématiques requises pour réussir une tâche.
- 3. Mise en œuvre d'une approche expérimentale dans chaque tâche.
- 4. Présence des caractéristiques (monde réel, mathématisation, interaction et intégration de différentes branches des mathématiques) de la théorie RME dans chaque tâche.
- 5. Caractéristiques émergentes.

# 2.3 Les déterminants des pratiques des enseignants.

Maintenant que j'ai identifié certaines caractéristiques des tâches dans les évaluations des enseignants qui permettent la technologie, il me semble pertinent de comprendre l'origine de ces caractéristiques et donc des pratiques évaluatives des enseignants qui choisissent ces tâches. Dans leurs écrits, Rogalski et Robert (2002) admettent

« comme hypothèse de travail que les pratiques des enseignants et des enseignantes sont complexes, stables et cohérentes, et qu'elles résultent de recompositions singulières (personnelles) à partir des connaissances, représentations, expériences, et de l'histoire individuelle en fonction de l'appartenance à une profession. »

C'est donc dire qu'on peut supposer que la décision des enseignants de permettre la technologie lors des évaluations n'est pas due au hasard. On peut plutôt penser que plusieurs déterminants influencent cette décision chez les enseignants.

De la même façon, les caractéristiques des tâches ne sont pas le fruit du hasard. En ayant l'occasion de voir les tâches proposées par ces enseignants, je serai en mesure d'analyser avec les enseignants leurs tâches d'évaluation ainsi que de dégager les déterminants ayant pu influencer le choix ou la construction des tâches. Aussi, en ayant ressorti certaines caractéristiques des évaluations permettant la technologie, je serai outillé pour questionner ces enseignants sur les déterminants influençant la présence de ces caractéristiques dans leurs évaluations. Par exemple, si je remarquais que, chez un enseignant, on ne retrouve aucune tâche qui demande des calculs, je pourrai tenter de comprendre les raisons qui poussent cet enseignant à ne pas mettre des tâches de calculs.

Je m'appuierai sur Rogalski et Robert (2002) qui soulignent que les pratiques enseignantes sont cohérentes. On peut supposer que les caractéristiques de leurs évaluations ne sont pas dues au hasard, mais qu'elles sont elles aussi cohérentes. À ce sujet, Chevallard (1997) a déjà montré à quel point les évaluations dans une classe constituent un moyen de négociation avec les élèves, permettant à l'enseignant ou à l'enseignante de naviguer entre des contraintes externes, amenant à certains contrôles (par exemple, des examens communs), et des contraintes liées à la classe, en amenant à élaborer d'autres types d'exercices (par exemple, des exercices faciles pour récupérer suffisamment de bonnes notes).

À partir des pratiques évaluatives déclarées d'un enseignant, de l'identification de certaines contraintes et marges de manœuvre, je vais décrire les pratiques évaluatives de chaque enseignant. Cela me permettra des interprétations, des mises en relation, voire la mise en évidence de certaines pratiques communes à plusieurs enseignants, qui conduisent à mieux comprendre les décisions concernant l'évaluation avec la technologie que font ces enseignants.

Les travaux de Rogalski et Robert (2002) intègrent deux types de déterminants des pratiques des enseignants. Le premier type de déterminants se situe du point de vue des apprentissages potentiels des élèves. Ici, cette recherche s'intéresse aux pratiques évaluatives des enseignants. Je m'attarde donc sur le deuxième type de déterminants, ceux des pratiques des enseignants du point de vue du métier d'enseignant. Ces déterminants sont divisés en deux composantes, la composante personnelle et la composante « sociale/institutionnelle ».

## 2.3.1 La composante personnelle.

Cette composante implique, entre autres, les conceptions de l'enseignant face à son métier, aux mathématiques, aux technologies, aux évaluations, ainsi que sa tolérance au risque, son besoin de confort, les coûts auxquels il est prêt à consentir. En effet, chaque enseignant est singulier. Cette singularité de l'enseignant lui permet certaines marges de manœuvre dont il se sert pour prendre des décisions individuelles influencées par la composante personnelle de son métier. Mon rôle sera donc de voir si cette composante personnelle a une influence sur les pratiques évaluatives de ces enseignants. Dans le cas où cette composante aurait une influence, j'observerai comment elle le fait.

## 2.3.2 La composante « sociale/institutionnelle ».

La deuxième composante réfère à la dimension sociale du métier d'enseignant. 
« Chaque enseignant ou enseignante doit en effet d'une part « s'approprier » l'habitus de la profession, d'autre part, et par là même, devenir légitime aux yeux de tous les acteurs qu'il côtoie (élèves, collègues et direction de l'établissement, représentants de l'institution, parents). Cette composante correspond donc à une logique de la légitimité, de la conformité. » Plusieurs décisions prises par les enseignantes sont dues au milieu social en cause (établissement scolaire, les programmes, le choix d'un manuel). Par exemple, une certaine obligation de conformité, la nécessité de paraitre légitime auprès des parents, l'existence d'habitudes dans un métier sont des exemples de contraintes qui peuvent influencer les décisions des enseignants. Ces contraintes sont nommées contraintes sociales et institutionnelles. Elles limitent les marges de manœuvre des enseignants.

À ce sujet, comme souligné plus tôt, Chevallard (1997) a déjà montré à quel point les évaluations dans une classe constituent un moyen de négociation avec les élèves. Les enseignants subissent des contraintes sociales qui, selon moi, influencent ces évaluations. Mon rôle sera donc d'observer si cette composante sociale a une influence sur les pratiques évaluatives des enseignants. Dans le cas où cette composante aurait une influence, j'observerai comment elle le fait.

Je veux décrire le rationnel derrière les pratiques évaluatives de ces enseignants en matière de contraintes sociales et institutionnelles ainsi que de marges de manœuvre personnelles. Voici quelques exemples de questions qui pourraient être posées. Quel rôle joue le programme dans votre décision de permettre la technologie en contexte d'évaluation? Est-ce que la valorisation par les pairs, la direction, les élèves joue en faveur de cette décision? Êtes-vous à l'aise de ne mettre que des questions où la technologie est requise?

La cohérence dans les pratiques d'un enseignant peut s'observer dans les préparations des séances de classe, dans les discours des enseignants, par la régularité d'une action, etc. Dans notre cas, je m'intéresse aux pratiques évaluatives des enseignants reliées à leurs discours. Cette cohérence peut être érodée par les réalités de l'exercice du métier, les contraintes externes, la personnalité de l'enseignant. De plus, plusieurs compromis, des raccourcis, des optimisations sont faits par les enseignants. Aussi, une hiérarchie entre les priorités des enseignants influence les décisions. C'est donc intéressant ici d'observer cette cohérence dans les décisions des enseignants en tenant bien compte de toutes les contraintes et réalités du milieu. Cette question pourrait alors se poser.

2.4 Précisions concernant la troisième question principale de cette recherche.

Question principale 3 : Comment les enseignants choisissent-ils ou construisent-ils ces tâches ?

Il y a donc trois questions spécifiques qui précisent ma troisième question principale. Premièrement, quels déterminants influencent les enseignants qui permettent la technologie lors des évaluations? Ces déterminants varient d'un enseignant à l'autre. Pour un, la pression des collègues peut avoir eu une grande influence alors que pour un autre, c'est sa perception sur le rôle de l'école qui joue.

Deuxièmement, quels sont les liens entre les déterminants menant les enseignants à permettre la technologie lors des évaluations et les caractéristiques des tâches choisies par les enseignants? Par exemple, un enseignant pourrait avoir décidé de construire des évaluations dans lesquelles la technologie est nécessaire à la réussite de chacune des tâches. Ce sera alors bien de comprendre les liens entre la décision de permettre la technologie en contexte d'évaluation et le processus ayant mené à la décision de ne mettre que des tâches où la technologie est nécessaire à la réussite de chaque tâche.

Troisièmement, quelles cohérences et quelles contradictions existent entre les déterminants des pratiques évaluatives et les pratiques évaluatives des enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation?

Ces questions me paraissent importantes pour permettre au Ministère de l'Éducation, aux enseignants, aux chercheurs de connaître les raisons qui poussent certains enseignants à évaluer différemment du Ministère de l'Éducation. Ces enseignants qui évaluent en permettant des outils différents seront alors mieux compris. D'une manière ou d'une autre, tous les acteurs de la communauté mathématique pourront alors se questionner sur les raisons pour lesquelles ils permettent ou non la technologie en contexte d'évaluation ainsi que sur les caractéristiques à inclure dans ces évaluations.

# CHAPITRE III MÉTHODOLOGIE

Dans le troisième chapitre, « Méthodologie », je présente la méthodologie qui permet de répondre aux questions de recherche ainsi que le rationnel derrière ce choix de méthodologie.

Dans la section 3.1, j'explique les raisons expliquant le choix de la méthodologie utilisée pour cette recherche, l'étude de cas.

Dans la section 3.2, j'explique comment j'ai choisi les participants de cette recherche.

Dans la section 3.3, j'explique la grille d'analyse utilisée pour cette recherche.

Dans la section 3.4, j'explique le déroulement de l'entrevue avec chaque participant.

Voici un rappel des questions de recherche. Les questions spécifiques permettent de répondre aux questions principales de cette recherche.

Question principale 1 : Quelles sont les tâches présentées aux élèves quand la technologie est permise en contexte d'évaluation?

Question principale 2 : Quelles sont les caractéristiques de ces tâches ?

Question spécifique 2.1 : Quel rôle peut jouer l'outil pour résoudre chacune des tâches ?

Question spécifique 2.2 : Quel est le niveau des habiletés requises pour accomplir les tâches ?

Question spécifique 2.3 : Est-ce que les tâches proposées dans les évaluations permettant la technologie mathématique sollicitent le recours à une approche expérimentale des mathématiques ? Si tel est le cas, j'aimerais savoir comment cette approche expérimentale se manifeste à travers les tâches.

Question spécifique 2.4 : Est-ce les caractéristiques de la théorie RME sont présentes dans les évaluations des enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation? Dans le cas où ces caractéristiques seraient présentes, j'aimerais voir comment elles se manifestent à travers les tâches.

Question principale 3 : Comment les enseignants choisissent-ils et construisent-ils ces tâches ?

Question secondaire 3.1 : Quels déterminants influencent les enseignants qui permettent la technologie lors des évaluations ?

Question secondaire 3.2 : Quels sont les liens entre les déterminants menant les enseignants à permettre la technologie lors des évaluations et les caractéristiques des tâches choisies par les enseignants ?

Question secondaire 3.3 : Quelles cohérences et quelles contradictions existent entre les déterminants des pratiques évaluatives et ces pratiques évaluatives des enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation?

3.1 Étude de cas : Pourquoi?

Plusieurs méthodes de recherche peuvent être utilisées pour analyser les tâches d'évaluation des enseignants qui permettent l'utilisation d'outils en contexte d'évaluation. J'ai choisi de faire une étude de cas. Selon Yves-Chantal Gagnon (2005), il existe quatre questions, qui, quand on leur y répond de façon positive, permettent de croire que les caractéristiques de la problematique de recherche sont compatibles avec celles de la méthode de l'étude de cas. Voici les quatre questions.

- 1. Le phénomène qui est l'objet d'intérêt doit-il être étudié dans son contexte naturel pour être vraiment compris ? Dans notre cas, les tâches sont directement reliées au fait que nous analysons des tâches en contexte réel d'évaluation. Ce sont de « vraies tâches d'évaluation, créées par de « vrais enseignants », destinées à de « vrais élèves » ». Aucune tâche n'a été créée dans le but de répondre aux questions de cette recherche. Si les tâches avaient été spécifiquement créées pour les besoins de cette recherche, on ne parlerait pas de contexte naturel.
- 2. Faut-il mettre l'accent sur les événements contemporains dans l'étude de cette problématique? Comme le phénomène des changements dans les évaluations à cause des technologies est assez récent au Québec, les derniers développements faits par les enseignants sont importants. Les récentes interventions du GRMS pour modifier les

évaluations du Ministère de l'Éducation montrent que ce problème est d'actualité. De plus, comme mentionné précédemment, l'accès de plus en plus facile, le prix aidant, à des technologies mathématiques offrant beaucoup de possibilités est récent. Des logiciels comme *Geogebra*, *Desmos* et plusieurs autres sont désormais accessibles gratuitement pourvu que les utilisateurs aient accès à un ordinateur, une tablette ou un téléphone. Ces événements font en sorte que les pratiques d'évaluation pourraient être appelées à changer.

- 3. La connaissance du phénomène peut-elle être acquise sans avoir à contrôler ou à manipuler les sujets ou les événements en cause? Je veux observer des évaluations construites par des enseignants. Je n'ai effectivement aucun contrôle sur ces évaluations puisqu'elles existaient avant mon intervention. La construction de ces évaluations s'est faite de façon complètement indépendante par les enseignants qui les ont construites dans le but de les utiliser en classe, non pas pour participer à la présente recherche.
- 4. La base théorique qui existe au sujet de la problématique à l'étude comporte-telle des éléments non expliqués ? Encore une fois, comme le sujet est assez récent, il
  y a plusieurs questions à répondre et même à poser. Le Ministère de l'Éducation
  conserve ses évaluations inchangées et est encore assez fermé à l'idée de permettre
  l'utilisation de technologies en contexte d'évaluation. Le contenu des évaluations des
  enseignants qui permettent l'utilisation de technologies en contexte d'évaluation est
  donc assez peu étudié. Cette recherche a, entre autres, comme objectif d'identifier des
  caractéristiques des évaluations permettant la technologie. Nous en sommes donc à
  une recherche exploratoire.

Comme les quatre questions ont obtenu des réponses positives, l'étude de cas semble être une bonne méthode pour étudier ce phénomène.

Pour Van der Maren (2004), les études de cas recourent à la confrontation des points de vue. Pour arriver à comprendre les différences de points de vue, « il faut procéder à la description et à l'analyse de l'effet possible de l'ensemble des conditions sociales, culturelles, économiques, psychologiques, biologiques, et autres, qui sont autant de caractéristiques qui peuvent intervenir dans le phénomène étudié. » À l'intérieur de cette recherche, je ferai la description d'un ensemble de facteurs qui influencent la création de tâches d'évaluation quand des outils sont permis.

Van der Maren souligne que l'étude de cas peut occuper différentes places dans la démarche hypothético-déductive.

« D'une part, il s'agit d'une démarche inductive de compréhension, d'élaboration d'hypothèses : on prend une situation-cible, un cas que l'on circonscrit dans un espace-temps déterminé, et que l'on examine sous le plus grand nombre d'aspects possibles afin de le comprendre. D'autre part, il s'agit de confronter une théorie, ou le modèle qu'on en a déduit, avec la complexité d'une situation réelle, soit un cas situé dans son contexte. »

Dans cette recherche, c'est la démarche inductive qui sera abordée. Je veux examiner chacun des cas sous le plus grand nombre d'aspects possibles afin de le comprendre.

De plus, il est à souligner que je fais ici une recherche où les cas sont croisés. La comparaison des différents cas ne permettra pas de généraliser, mais bien d'abstraire les éléments communs aux cas et d'identifier les caractéristiques propres aux tâches en contexte d'évaluation où des outils sont permis.

# 3.2 Recrutement des enseignants

Comme nous avons pu le voir plus tôt, permettre l'utilisation d'un outil différent de ceux qui étaient utilisés jusqu'à ce jour lors d'une évaluation est un changement que le Ministère de l'Éducation du Québec ne prend pas à la légère. On parle donc d'une décision avec un impact à grande échelle affectant l'ensemble des enseignants et des élèves concernés dans la province. On peut penser que ce changement engendrerait d'importantes répercussions pour le Ministère ce qui rend la décision complexe.

À plus petite échelle, un tel changement au niveau des outils permis pour l'évaluation n'est pas facile pour les enseignants qui voudraient le faire dans leur classe. Poutney, Leinbach et Etchells (2002) suggèrent que « les enseignants, se préoccupant du succès de leurs élèves, sont réticents à dévier du matériel d'enseignement qui les prépare le mieux aux examens nationaux »<sup>3</sup>. Ce fait pourrait avoir comme conséquence que le nombre d'enseignants, qui autorisent un outil en contexte d'évaluation différent de ce qui est permis aux examens nationaux, n'est pas aussi élevé qu'il pourrait l'être. Même s'ils sont peu nombreux, ces enseignants existent actuellement et cela montre la pertinence de réfléchir à mes questions de recherche.

Baron (2001) mentionne que l'évolution des pratiques d'intégration des TIC par les enseignants met en évidence des mouvements lents, mais bien réels se déroulant de manières successives. En effet, selon lui, ce sont tout d'abord les pionniers qui inventent, les militants qui mettent à l'épreuve puis les autorités qui font une banalisation impulsée. Dans notre cas, on s'intéresse aux pionniers, aux enseignants

<sup>3</sup> Traduction libre

qui créent les changements. Ce sont eux qui créent les nouvelles évaluations qui permettent l'utilisation d'outils en contexte d'évaluation.

Pour Depover et Strebelle (1996),

« beaucoup d'études ont montré que l'efficacité pédagogique des NTI (Nouvelles technologies de l'information) dépend davantage de la capacité des enseignants à intégrer et à mettre en scène les nouvelles technologies dans un contexte pédagogique pertinent que de l'infrastructure informatique disponible ».

Au-delà de l'accessibilité récente de la technologie mentionnée plus tôt, c'est donc la capacité des enseignants à l'intégrer qui crée leur efficacité. Pour en ajouter, Ragsdale, Horton et Furr (2005) soulignent que, ce sont « les éducateurs qui questionnent pourquoi et comment la technologie est intégrée dans le curriculum, qui peuvent prendre des décisions plus réfléchies pour favoriser des apprentissages à long terme. »<sup>4</sup> Dans le contexte de ma recherche, cela confirme que plutôt que d'observer quelles sont les technologies utilisées, je m'intéresse aux façons dont ces enseignants intègrent la technologie dans leurs évaluations.

Pour trouver ces enseignants, le groupe des responsables en mathématiques du Québec (GRMS) a été une ressource importante. En effet, comme ce groupe est celui qui tente de faire changer le contexte d'évaluation au Ministère de l'Éducation, il y a des membres de ce groupe qui permettent l'utilisation d'outils autres que la calculatrice scientifique en contexte d'évaluation. C'est donc à partir de membres de ce groupe que j'ai trouvé des volontaires pour participer à cette étude. Comme ces volontaires devaient permettre la technologie en contexte d'évaluation, je me suis assuré, en premier lieu, que ceux que je choisissais le faisaient. Parmi les volontaires

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Traduction libre.

qui permettent la technologie en contexte d'évaluation, il me fallait choisir un nombre approprié de cas. Comme le dit Gagnon (2005) : « il ne s'agit pas ici de viser un échantillon statistiquement représentatif d'une population, mais plutôt d'avoir des cas les plus informatifs possible ». Pour ma recherche, chacun des quatre domaines mathématiques, l'algèbre, la géométrie, les statistiques et les probabilités ont été abordés dans au moins une évaluation. Comme l'objectif est d'identifier des caractéristiques dans les évaluations, j'estime que ces caractéristiques pourraient être différentes selon le domaine mathématique. En effet, les outils sont différents selon le domaine et cela aurait pu avoir une influence sur les caractéristiques observées. J'ai donc trouvé six cas. Voici donc un petit questionnaire qui a été utilisé pour identifier les volontaires qui pouvaient participer à cette étude. Pour qu'un volontaire soit intéressant pour mon étude, il fallait que la réponse soit positive pour chacune des questions de ce questionnaire. Je voulais, entre autres, m'assurer que les outils permis par ces enseignants correspondaient aux critères identifiés dans le cadre conceptuel. Ensuite, l'enseignant me fournissait une évaluation sur laquelle nous revenions plus tard lors de l'entrevue.

Questionnaire pour choisir des enseignants participant à la recherche.

- Permettez-vous l'utilisation d'outils autres que la calculatrice scientifique lors des évaluations?
- 2. Les outils que vous permettez ont-ils plus d'options que la calculatrice scientifique ?
- 3. Avez-vous conçu vos propres examens?

Figure 3.1 Questionnaire pour choisir les enseignants participant à la recherche.

## 3.3 Grille d'analyse.

Comme le mentionne Gagnon (2005), « la valeur d'une recherche scientifique repose en grande partie sur la capacité du chercheur à démontrer la véracité de ses résultats ». J'ai donc rempli une grille d'analyse pour chaque tâche après que chaque enseignant ait partagé une évaluation avec moi. Pour chaque tâche, j'ai identifié le rôle de la technologie et le niveau d'habiletés mathématiques requises. Aussi, j'ai identifié les tâches qui demandent une approche expérimentale, celles qui viennent du « monde réel », celles qui demandent de nouvelles stratégies pour être réussies ainsi que celles qui demandent une mathématisation. Finalement, j'ai identifié les contenus mathématiques spécifiques à chaque tâche pour observer si les différents domaines mathématiques sont représentés pour une même tâche. Cela m'a permis d'observer si les caractéristiques des tâches étaient transversales aux domaines mathématiques. Finalement, notons que cette grille n'a pas évolué en fonction des caractéristiques que les enseignants ont nommées durant l'entrevue. En effet, aucun enseignant n'avait de caractéristiques particulières aux évaluations où la technologie est permise à souligner.

Après avoir rempli les grilles pour chaque tâche, j'ai fait une compilation des résultats. Il est donc possible de connaître le nombre de tâches où chacune des caractéristiques apparait. À partir de cette compilation, je peux, par exemple, affirmer qu'un enseignant a utilisé quatre tâches sur quinze où la technologie est optionnelle, tandis que, pour toutes les autres, la technologie est requise.

Comme les enseignants me fournissaient leurs évaluations avant leur entrevue, cette grille a été remplie avant l'entrevue avec chaque enseignant. Cela m'a permis de cibler des questions en prévision des entrevues. Par exemple, j'ai pu demander à un enseignant pourquoi toutes les tâches pouvaient être réalisées autant à la main qu'avec la technologie.

Au tableau 3.1, on trouve la grille d'analyse utilisée lors de la collecte de données.

Tableau 3.1 Grille d'analyse utilisée lors de la collecte de données.

	T1	T2	Т3	T4	T5	Т6	<b>T</b> 7	T8	T9	T10	T11
							-				
Techno											
Papier											
				ļ. [				}			
Habileté											
			Ì								i
Exploration											
					1						
Monde réel											
Mathématisation											
										1.	
Interaction									-		
Domaines											

# Légende

Techno	Est-ce que la tâche peut être réalisée avec l'outil proposé par l'enseignant ?	O : Oui	N : Non	
Papier	Est-ce que la tâche peut être réalisée avec papier et crayon ?	O : Oui	N : Non	
Habiletés	Habileté nécessaire à la réussite de la tâche	M : Mécanique	l : Interprétativ e	C : Constructive
Exploration	Est-ce que la tâche implique une exploration pour la réussite ?	O : Oui	N : Non	
Monde réel	Est-ce que l'enseignant juge que la tâche fait partie du monde réel des élèves ?	O : Oui	N : Non	
Mathématisatio n	Est-ce que la tâche nécessite de faire une mathématisation	O : Oui	N : Non	
Interaction	Est-ce que l'enseignant permet aux élèves d'interagir entre eux pour réussir la tâche ?	O : Oui	N : Non	
Domaines	Quels sont les domaines mathématiques concernés par cette tâche ?	G : Géométrie A : Algèbre	P: Probabilités S: Statistiques	R : Arithmétique

#### 3.4 Entrevue entre un enseignant et le chercheur.

Cette entrevue qui a eu lieu individuellement avec le chercheur comportait plusieurs étapes. La première étape était d'informer l'enseignant des modalités de la recherche et d'obtenir son consentement à participer à celle-ci. La deuxième étape était une discussion<sup>5</sup>. Celle-ci m'a permis de situer le contexte institutionnel, social et personnel de cet enseignant. Comme les pratiques enseignantes sont définies par ce contexte, il est pertinent de le définir pour saisir les pratiques enseignantes concernant l'évaluation. Par exemple, il est tout d'abord intéressant de comprendre depuis combien de temps cet enseignant permet des technologies en contexte d'évaluation, les raisons qui l'ont poussé à le faire, les modifications apportées à travers le temps, etc. En effet, on peut imaginer qu'un enseignant qui permet les technologies depuis longtemps va concevoir des évaluations très différentes d'un enseignant qui conçoit ce type d'évaluation pour la première fois. Aussi, il est important de comprendre tous les facteurs qui influencent les décisions des enseignants. Toutes ces préoccupations font en sorte de bien comprendre le contexte. La troisième étape de l'entrevue devait permettre à l'enseignant de me nommer certaines caractéristiques de ses évaluations permettant la technologie. C'est de cette façon que je me suis assuré de donner la possibilité à d'autres caractéristiques d'émerger.

La quatrième étape de l'entrevue était de m'assurer que la façon avec laquelle j'ai rempli la grille était conforme aux perceptions que l'enseignant se fait de son évaluation. En effet, pour assurer la véracité des résultats, la comparaison entre les résultats de l'enseignant et du chercheur est intéressante.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Voir Annexe A.

Finalement, la dernière étape était de comprendre les facteurs influençant l'inclusion des caractéristiques dans les évaluations des enseignants. Pour y arriver, je me suis servi de la grille d'analyse pour ensuite poser des questions s'y rapportant. Voici quelques exemples de ces questions.

Pourquoi intégrer des tâches où la technologie est de catégorie neutre? Quels sont les avantages à mettre des tâches où la technologie est optionnelle? Pourquoi y a-t-il des tâches où l'habileté requise est mécanique? Quel est votre objectif quand vous mettez cette question où il faut expérimenter pour réussir une tâche? Pourquoi est-ce que vous évaluez plusieurs tâches où il faut faire une modélisation?

# CHAPITRE IV: ANALYSE DES RÉSULTATS

Dans cette phase d'analyse, ce sera pour moi le moment de comprendre les différents cas d'enseignants de façon individuelle. Ce sera possible d'observer les caractéristiques des évaluations chez les différents enseignants. Ensuite, je tenterai de catégoriser les différentes raisons données par les enseignants pour permettre la technologie en contexte d'évaluation. Les noms des enseignants sont des pseudonymes. Cette démarche permet à ces enseignants de conserver leur anonymat.

Dans la section 4.1, j'analyse le cas de Mireille, enseignante au secondaire dans une école privée.

Dans la section 4.2, j'analyse le cas de Marianne, enseignante au primaire dans une école privée.

Dans la section 4.3, j'analyse le cas de Paul, enseignant au secondaire dans une école publique.

Dans la section 4.4, j'analyse le cas d'Annabelle, enseignante au secondaire dans une école privée.

Dans la section 4.5, j'analyse le cas de Félix, conseiller pédagogique.

Dans la section 4.6, j'analyse le cas de Kim, enseignante au secondaire dans une école privée.

4.1 Cas 1 : Mireille, enseignante au secondaire dans une école privée.

#### 4.1.1 Contexte.

Mireille travaille dans une école privée et enseigne majoritairement en première secondaire et aussi en cinquième secondaire, option culture-société-technique. Elle enseigne maintenant depuis six ans et utilise la technologie en contexte d'évaluation depuis quatre ans.

#### 4.1.2 Contraintes sociales et institutionnelles.

La première fois que Mireille a permis la technologie en contexte d'évaluation, elle dit que ce fut une demande de la direction de son école. Cette demande a été respectée par les enseignants de mathématiques du premier cycle (première et deuxième secondaires) mais pas par les autres. « La direction voulait qu'on le fasse », souligne Mireille. En effet, son école se dit à vocation « TIC » et cela a influencé sa décision de permettre la technologie en contexte d'évaluation. Elle prône l'utilisation d'évaluations permettant la technologie. Cependant, Mireille affirme qu'elle prendrait la même décision si la direction ne l'avait pas demandé au départ. « C'est ce que je trouve pertinent de nos jours de faire. », ajoute-t'elle. La direction permet tout de même le fait que les enseignants utilisent des évaluations sans la technologie tout en la permettant pour d'autres.

Elle souligne qu'elle a toujours voulu permettre la technologie en contexte d'évaluation, mais que ses collègues étaient hésitants. Le fait que la direction

encourage fortement les enseignants à permettre la technologie en contexte d'évaluation satisfait beaucoup Mireille. « C'est ce que je voulais faire. », dit-elle. La première fois où elle a permis la technologie pour une évaluation date du temps où elle enseignait en deuxième secondaire. C'est en géométrie que, ses collègues et elle, permettaient la technologie en contexte d'évaluation. C'est parce que « dans le *Programme de formation*, on peut [évaluer] soit avec le papier, soit avec un logiciel de géométrie dynamique. » Elle dit aussi que c'était pour suivre la progression des apprentissages entre première et deuxième secondaires.

Aujourd'hui, c'est en collégialité avec les enseignants de première secondaire que les décisions sont prises. Personnellement, elle laisserait l'outil aux élèves pour une évaluation complète, mais, dans le but de bien s'entendre avec ses collègues, elle a accepté la décision commune d'interdire la technologie pour une partie de l'évaluation. Il faut dire que certains collègues étaient réticents à permettre toute technologie en contexte d'évaluation. Par exemple, pour l'évaluation analysée ici, le compromis a été de permettre la technologie pour la moitié des tâches, soit cinq sur onze.

Mireille, en accord avec ses collègues, ne permet pas la technologie pour toutes les évaluations. « C'est vraiment quand le *Programme de formation* de l'école québécoise le permet, on l'utilise. » « Quand c'est écrit qu'on peut le faire soit à la main soit avec l'outil technologique, on le fait avec l'outil technologique au lieu de le faire à la main. » Elle permet la technologie pour des évaluations en géométrie et en statistiques. Elle ne permet pas la technologie en arithmétique parce que, selon elle, on « couperait le but du programme » en le faisant. « On veut évaluer s'ils sont capables d'additionner des fractions donc on ne permet pas la technologie. »

Par ailleurs, pour un même contenu, Mireille n'évalue pas les élèves avec la technologie puis sans elle. « On ne dédouble pas non plus. Les premières années, on le faisait à la main puis avec la technologie et l'on évaluait les deux. » Elle précise en disant que les enseignants et les élèves trouvaient que c'était difficile de dédoubler pour le même contenu. Selon elle, c'est pour cette raison qu'ils ont arrêté de faire les deux méthodes. En parlant du *Programme de formation* du Ministère de l'Éducation, Mireille souligne que : « c'est écrit qu'on peut faire un ou l'autre donc on a arrêté de faire l'équivalent sans technologie. » Elle ne permet pas la technologie à toutes les évaluations parce ce ne sont pas tous les sujets qui s'y prêtent bien. De plus, elle considère important de continuer de faire des mathématiques à la main. C'est aussi pour varier les façons de faire qu'elle permet la technologie.

Les élèves n'ont pas participé à sa décision de permettre la technologie en contexte d'évaluation. C'est plutôt la direction, les collègues, le projet éducatif de l'école et le *Programme de formation* qui ont joué. Les élèves « aiment quand même ça » utiliser la technologie. Elle ne sent pas de réticence de leur part et cela fait en sorte que les enseignants sont encouragés à poursuivre dans cette voie. Elle leur fait essayer certaines tâches sans et avec technologie pour que les élèves voient que certaines tâches seraient beaucoup plus longues sans celle-ci.

Elle estime que le Ministère ne permet pas la technologie durant les évaluations nationales pour une question de budget. En effet, l'accès à la technologie dans les classes a un certain coût, le matériel technologique, les techniciens, les abonnements internet n'étant pas gratuits. Aussi, elle dit que certaines tâches des examens du Ministère n'auraient pas de sens si la technologie était permise parce que ces tâches deviendraient triviales. Permettre l'utilisation d'une technologie aux élèves qui y ont accès créerait une injustice selon Mireille.

#### 4.1.3 Contraintes personnelles.

Mireille a l'intention de faire évoluer son enseignement et ses évaluations. Par exemple, elle a l'intention de créer des tâches de *plus petit commun multiple* et de *plus grand commun diviseur*. Avec ces tâches, elle a l'intention de faire en sorte que, sans la technologie, il soit impossible pour les élèves de réussir les tâches.

Elle mentionne que certains élèves ont peur de la technologie et donc cela fait en sorte qu'« on ne peut pas être 100 % technologie ni 100 % à la main. » Elle entend souvent que les élèves sont nés avec la technologie et qu'ils devraient donc savoir comment elle fonctionne. Elle juge que les élèves utilisent très peu la technologie dans le contexte scolaire, mais plutôt dans un contexte de loisir. Selon elle, cela fait en sorte qu'ils ne savent pas vraiment comment s'en servir. Mireille ajoute finalement qu'elle est fière de permettre la technologie en contexte d'évaluation.

Vers la fin de l'année, quand elle cesse de s'en servir en classe, les élèves sont « un peu tannés » de l'utiliser. Elle invoque l'utilité que la technologie aura dans la vie des élèves en mentionnant qu'« il n'y a plus d'emploi, aujourd'hui, où il faut faire des transformations géométriques à la main. » En 2<sup>e</sup> secondaire, à son école, les enseignants invitent une architecte qui utilise le logiciel *Sketchup* que les élèves utilisent aussi en classe. Selon elle, cela leur montre que « ça se peut qu'on l'utilise plus tard. » Elle mentionne aux élèves que son ami journaliste et elle utilisent beaucoup *Excel* pour leur emploi. Elle ajoute que: « c'est cool enseigner les maths, mais il faut aussi les préparer pour plus tard. »

Dans le cadre de l'enseignement, une des raisons invoquées par Mireille pour justifier l'utilisation de la technologie en géométrie est le gain de précision et une rapidité accrue pour les transformations géométriques. Selon elle, cela fait en sorte qu'elle gagne du temps d'enseignement. Cela lui donne donc plus de temps pour observer, faire des liens, et réfléchir avec les élèves sur les caractéristiques des transformations géométriques plutôt que sur le traçage des transformations. De la même façon, ce gain de précision et cette rapidité accrue fait gagner du temps durant l'évaluation ce qui lui permet de garder du temps en prévision de problèmes techniques avec l'outil technologique.

## 4.1.4 Caractéristiques de l'évaluation analysée.

Nous étudions, dans ce cas-ci, une évaluation<sup>6</sup> en géométrie de première secondaire. Plus précisément, nous nous penchons sur l'examen portant sur les transformations géométriques. Tout d'abord, l'évaluation a la même durée qu'avant même si le traçage est moins long. En effet, Mireille affirme que, même si les transformations géométriques sont moins longues à effectuer avec la technologie, elle aime bien laisser du temps supplémentaire en cas de problème technique. Le fichier dans lequel les élèves travaillent est déjà prêt et est distribué aux élèves. Il y a aussi une partie papier pour les tâches où la technologie est exclue. Les enseignants de première secondaire de son école utilisent tous la même évaluation qu'ils ont construite en collégialité.

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Voir Annexe A.

Je présente ici l'analyse de chaque tâche présente dans l'évaluation de Mireille. La grille d'analyse au tableau 4.2 récapitule les caractéristiques de chacune des tâches de l'évaluation de Mireille. Au tableau 4.1, la légende explique le fonctionnement de la grille d'analyse.

Tableau 4.1 Légende du récapitulatif des caractéristiques des six cas d'enseignants

Techno	Est-ce que la tâche peut être réalisée avec l'outil proposé par l'enseignant?	O : Oui	N : Non	
Papier	Est-ce que la tâche peut être réalisée avec papier et crayon?	O : Oui	N : Non	
Habileté	Habileté nécessaire à la réussite de la tâche	M: Mécanique	I : Interprétative	C: Constructive
Exploration	Est-ce que la tâche implique une exploration pour la réussite?	O : Oui	N : Non	
Monde réel	Est-ce que l'enseignant juge que la tâche fait partie du monde réel des élèves?	O : Oui	N : Non	
Mathématisatio n	Est-ce que la tâche nécessite de faire une mathématisation	O : Oui	N : Non	
Interaction	Est-ce que l'enseignant permet aux élèves d'interagir entre eux pour réussir la tâche?	O : Oui	N : Non	
Domaines	Quels sont les domaines mathématiques concernés par cette tâche?	G: Géométrie A: Algèbre	P: Probabilités S: Statistiques	R: Arithmétique

Tableau 4.2 Récapitulatif des caractéristiques pour chaque tâche de Mireille

	T1	T2	Т3	T4	T5	Т6	T7	Т8	T9	T10	T11
Techno	0	О	О	О	0	Exclue	Exclue	Exclue	Exclue	Exclue	Exclue
Papier	О	0	0	О	0	0	0	0	O	0	О
Habileté	M	M	M	M	I	M	M	M	M	M	M
Exploration	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Monde réel	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Mathématisation	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Interaction	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Domaines	G.	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G

Observons d'abord les faits suivants.

- 1. Pour cinq tâches sur onze, la technologie est active optionnelle obligatoire.

  Pour chacune de ces tâches, il est possible de la faire avec papier et crayon. Par contre,

  l'enseignante demande d'utiliser la technologie pour y arriver.
- 2. Pour six tâches sur onze, la technologie est inactive exclue. Quand les élèves terminent la première partie de l'examen, ils doivent fermer leur ordinateur pour commencer cette deuxième partie. Selon Mireille, si la technologie était permise pour cette partie de l'évaluation, les tâches devraient être transformées afin de demeurer pertinentes. La discussion sur la façon dont les tâches auraient pu être transformées n'a pas eu lieu puisqu'elle s'éloigne des enjeux de recherche de ce mémoire.

- 3. Pour toutes les questions sauf une, on évalue une habileté purement mécanique. Les élèves avaient déjà fait un travail semblable avant l'évaluation. En fait, les tâches sont toutes des tâches qui pourraient être effectuées avec les outils traditionnels en géométrie tels que le compas, le rapporteur d'angle, et l'équerre. Au lieu d'apprendre à se servir de ces outils, les élèves ont appris à se servir de l'outil technologie *Geogebra*. L'enseignante est donc en train d'évaluer si les élèves sont capables d'utiliser l'outil technologique qu'est *Geogebra*. Bien que les outils soient différents, les tâches demeurent mécaniques. Pour une question, l'habileté était interprétative. Dans ce cas, c'est un travail dans un nouveau contexte puisque les élèves n'avaient jamais eu à tracer un axe de symétrie, mais seulement à reconnaître où ils se situent dans une forme géométrique.
- 4. Toutes les tâches portaient exclusivement sur la géométrie. Il n'y a pas d'intégration de plusieurs domaines mathématiques.
- 5. Aucune tâche ne demande d'exploration. De la même façon, aucune tâche ne provient du monde réel, ni ne demande de développer de nouvelles stratégies ni ne demande d'effectuer une mathématisation.
- 6. Cette évaluation représente bien le travail fait en classe avant l'évaluation. En effet, l'enseignante utilise une évaluation « formative » avant l'évaluation qui a une valeur dans le bulletin des élèves. Ces deux évaluations sont très semblables.

# 4.1.5 Exemple de tâche.

Voici un exemple de tâches se retrouvant dans la première partie de l'évaluation, c'est la tâche 1 du tableau. J'ai choisi de présenter cette tâche dans l'analyse parce qu'elle représente bien les tâches évaluées le plus souvent dans cette évaluation. Les élèves devaient utiliser la technologie pour y arriver, la démarche avec papier et crayon étant interdite.

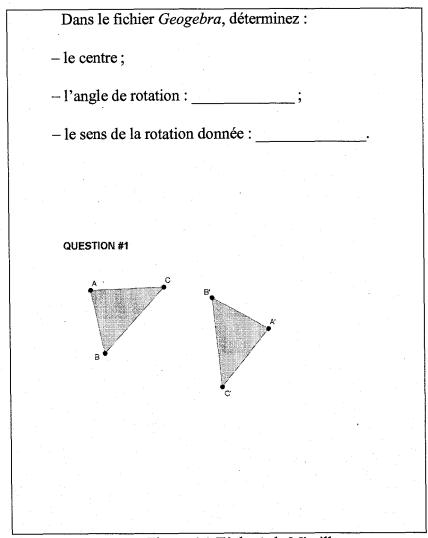


Figure 4.1 Tâche 1 de Mireille

## 4.1.6 Analyse de cette tâche.

Tout d'abord, on peut remarquer que la technologie est active optionnelle. En effet, il est possible de la réaliser avec ou sans la technologie. Malgré cela, l'enseignante insiste pour le travail soit fait avec la technologie. La technologie est donc active optionnelle obligatoire.

Ici, la tâche peut être réalisée en ayant recours à une routine. L'élève n'a qu'à appliquer la méthode apprise pour y arriver. La tâche demande donc une habileté mécanique. Il doit donc relier par des segments les sommets initiaux avec les sommets images. Ensuite, il doit tracer les médiatrices de ses segments, ce qui ne se fait toutefois pas exactement de la même manière avant et sans la technologie. Il existe dans *Geogebra* une icône « médiatrice », qui trace la médiatrice d'un segment donné si l'on précise les extrémités de celui-ci. Le centre de rotation se trouve à l'endroit où les médiatrices se croisent. Finalement, l'élève relie par des demi-droites le centre de rotation à un point initial puis à son point image. L'enseignante souligne que son objectif est que l'élève doit apprendre à effectuer les transformations géométriques avec les technologies. Cette tâche aurait pu aussi être effectuée sans la technologie.

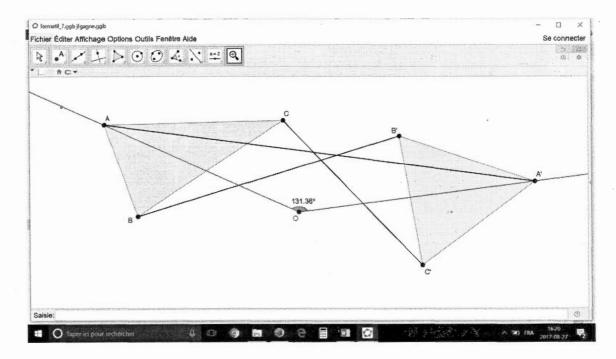


Figure 4.2 Recherche du centre de rotation avec Geogebra

Je juge qu'il pourrait y avoir un côté exploratoire. En effet, après avoir trouvé le centre de rotation, un élève pourrait aller valider sa position. Cette exploration ne permet pas de trouver le centre de rotation mais bien de valider. Bien que l'entrevue ne m'ait pas permis d'en savoir plus à ce sujet, je ne crois pas que cette validation était attendue par l'enseignante, mais elle serait possible. Les autres éléments de la RME sont absents de cette tâche. La tâche ne provient pas du monde réel des élèves. Les élèves n'ont pas à construire de nouvelles stratégies pour la réussir. Il n'y a pas mathématisation ni interaction entre les élèves pour la réussite de cette tâche. La tâche est exclusivement géométrique, il n'y a donc pas intégration de plusieurs domaines mathématiques dans cette tâche. C'est ce que j'ai pu observer en fonction des textes que j'ai consultés au cours de l'élaboration de mon cadre conceptuel.

4.1.7 Cohérence des pratiques individuelles, hiérarchies et contradictions apparentes.

Comme mentionné dans la partie « Cadre conceptuel », Rogalski et Robert (2002) s'intéressent aux cohérences des pratiques individuelles, de leurs hiérarchies ainsi que de leurs contradictions apparentes. J'observe donc ici, ces éléments pour chacun des six cas d'enseignants. Je m'intéresse évidemment de façon plus précise aux pratiques (en partie rapportées) qui concernent l'évaluation.

À travers le discours de Mireille, il est possible d'observer de la cohérence entre ses pratiques enseignantes en contexte d'évaluation et les contraintes personnelles, sociales et institutionnelles. En voici quelques exemples :

1. Il y a cohérence entre le *Programme de formation* du Ministère de l'Éducation (2002) et le choix des contenus mathématiques pour lesquels la technologie est permise lors de l'évaluation. En effet, pour la géométrie et la statistique, le Ministère suggère l'utilisation du papier et du crayon ou d'une technologie dans les exemples servant à illustrer comment la compétence « Résoudre une situation problème » peut se manifester en géométrie. Dans le programme, on écrit que l'élève représente de diverses façons des objets en deux ou trois dimensions en s'aidant, au besoin, d'instruments ou de logiciel de géométrie. Ce sont donc ces contenus que Mireille a choisis pour permettre la technologie une première fois. Il semble donc y avoir un certain respect des prescriptions à l'endroit des manifestations d'une compétence du programme dans la construction des évaluations de Mireille et dans son discours.

- 2. Selon Mireille, il est important que les élèves apprennent à se servir de la technologie. Ceci fait partie des conceptions que Mireille a quant à l'apprentissage des mathématiques. Par exemple, elle mentionne que dans la vraie vie, peu d'emplois nécessitent le traçage à la main des transformations géométriques. J'y vois une cohérence avec le fait que, pour les tâches où la technologie est permise, cette technologie est active optionnelle obligatoire. Comme, pour Mireille c'est important de connaître la technologie, les élèves n'ont pas le choix de l'utiliser pour réussir une tâche même s'il était possible de la faire à la main.
- 3. J'observe une cohérence entre le désir de Mireille de continuer de faire des mathématiques à la main et l'inclusion de tâches qui doivent être faites à la main.
- 4. Il semble y avoir une contradiction entre le fait de valoriser la vie réelle des élèves pour encourager l'utilisation de la technologie et l'absence de situations provenant du monde réel des élèves. En effet, elle mentionne que les tâches où elle permet la technologie sont dans un contexte purement mathématique. Il reste que, dans le *Programme de formation*, pour la compétence « Résoudre une situation-problème », on peut lire que la situation peut être purement mathématique.
- 5. Mireille accorde de l'importance à la prise de décision commune avec ses collègues enseignants. Ceci a un impact sur le rôle que la technologie joue dans les tâches. En effet, comme le travail en collaboration avec ses collègues semble important pour elle, Mireille choisit avec eux de mettre des tâches où la technologie est inactive exclue même si ce n'est pas nécessairement ce qu'elle ferait si elle était la seule enseignante en première secondaire.

- 6. Il semble y avoir une contradiction entre le niveau d'habiletés demandées pour réussir les tâches et une conviction personnelle de Mireille. En effet, elle mentionne qu'avec la technologie, elle croit que les élèves sont plus portés à réfléchir, à regarder les propriétés des transformations géométriques. À première vue, pour les tâches où la technologie est permise, Mireille demande des tâches mécaniques où le processus de traçage des transformations géométriques est important. Cela n'empêche pas la réflexion et l'observation des propriétés des transformations géométriques lors de l'exécution de ces tâches. Par contre, cela reste difficile à observer dans les tâches de Mireille.
- 7. Mireille ne mentionne jamais les compétences du programme comme étant un facteur du choix des tâches suggérées aux élèves.

Finalement, il est intéressant de noter que les collègues, la direction et le *Programme* de formation ont un rôle à jouer dans les caractéristiques de l'évaluation de Mireille. Malgré ses convictions personnelles qui montrent qu'elle voit un grand potentiel dans l'utilisation de la technologie, elle respecte les contraintes institutionnelles et sociales.

- 4.2 Cas 2 : Marianne, enseignante au primaire dans une école privée.
- 4.2.1 Contexte.

Marianne est une enseignante du primaire qui travaille dans une école privée. Elle a enseigné à plusieurs niveaux différents, mais elle travaille en troisième année depuis les quatre dernières années. Tous les élèves de sa classe ont accès à une tablette électronique IPAD. Marianne permet la technologie en contexte d'évaluation depuis

cinq ans. À l'époque, les élèves de sa classe de première année avaient droit d'aller utiliser la tablette de Marianne quand ils en ressentaient le besoin. Les élèves n'avaient pas accès chacun à leur propre tablette comme aujourd'hui.

#### 4.2.2 Contraintes personnelles.

Marianne souligne que les élèves ont accès à la technologie de la même façon qu'ils auraient accès à un dictionnaire. Par exemple, si les élèves en ressentent le besoin, ils peuvent se servir de *Number Pieces*, application sur la tablette qui simule l'utilisation de blocs en base dix. Pour expliquer sa décision de permettre la technologie en contexte d'évaluation, elle évoque l'existence d'« outils de référence pertinents et intéressants. » Elle ne voit pas pourquoi elle ne « permettrait pas aux élèves d'utiliser leurs outils de référence. » En effet, elle juge que « quand toutes les pratiques et tous les exercices ont été faits avec la technologie », les élèves doivent y avoir droit à l'évaluation. Pour elle, « évaluer, c'est la continuité de ce qu'on a enseigné. »

Comme il y a des élèves qui préfèrent ne pas utiliser de technologie, elle laisse le choix de l'outil aux élèves. C'est donc l'élève qui choisit s'il veut utiliser un outil et qui choisit l'outil qu'il veut utiliser pour réussir une tâche. Il est important de noter que la calculatrice et tous les outils de calcul semblables sont interdits dans la classe de Marianne ainsi que lors de ses évaluations. Selon elle, puisqu'elle doit évaluer le calcul, elle ne peut pas permettre l'utilisation d'outils de calcul.

Marianne affirme que permettre l'utilisation de la technologie change ses pratiques pédagogiques. Par exemple, pour elle, c'est plus facile de perdre le fil de ce qu'un

élève est en train de faire avec sa tablette qu'avec des blocs manuels de base dix. Elle dit fonctionner beaucoup par ateliers où elle dit qu'elle doit avoir « des yeux partout autour de la tête. » Le travail en ateliers pour Marianne signifie que chacun des élèves n'est pas en train de faire le même travail. Au même moment, elle peut avoir un élève en train de programmer un robot, un qui fait des exercices de Français et un autre qui fait un examen de mathématiques. Elle doit alors modifier ses pratiques pour savoir « ce que chacun de ses élèves fait. » Marianne ajoute qu'elle « sait tellement ce que les élèves font à chaque moment qu'elle sait toujours qui est rendu à quel niveau à quelle compétence. »

Marianne se dit donc capable d'avoir des « évaluations différenciées. » Elle est « capable de pousser des élèves plus loin. » Pour les élèves qui ne sont pas encore prêts, elle ne leur fait pas passer l'évaluation tout de suite. Elle mentionne donc que « ce n'est pas tant dans le contenu que ses évaluations ont changé, mais dans le moment, le nombre d'évaluations et la façon d'évaluer. » Par exemple, elle ne fait pas faire une évaluation à un élève quand elle estime qu'il a déjà acquis la compétence nécessaire à la réussite de cette évaluation. Elle se sent donc dans un « climat de rétroaction avec l'élève ». Ces changements ne sont pas directement reliés au fait qu'elle permet la technologie en contexte d'évaluation. Malgré tout, elle utilise une plateforme numérique, *Seesaw*, qui lui permet de prendre en photos, de filmer des actions d'élèves et de les communiquer avec les parents. C'est avec cette utilisation d'une technologie comme outil de communication qu'elle a transformé sa manière d'enseigner.

Marianne mentionne que sa façon d'évaluer « crée une dynamique autour de l'évaluation qui fait en sorte de court-circuiter une très grande partie de l'anxiété » chez les élèves. Selon elle, sa façon d'évaluer de façon constante fait en sorte que les

élèves ne travaillent pas pour réussir un sujet, une fois, le jour de l'évaluation. Ses nombreuses observations lui permettent de vérifier si la maîtrise d'une compétence se poursuit dans le temps.

En comparant ses évaluations avec celles du Ministère de l'Éducation, elle dit qu'elle est capable d'« aller beaucoup plus loin. » Elle explique cela par son utilisation de la réalité virtuelle. En effet, selon elle, certains élèves ont de la difficulté avec la résolution de problèmes à cause du contexte. Par exemple, si son évaluation concerne le cirque, elle fera visiter un cirque à l'aide de *Google expedition*, un logiciel de réalité virtuelle. La semaine qui précède l'évaluation, elle utilise ce logiciel pour que les élèves voient ce qu'est un cirque. De cette façon, ils sont plus en mesure de comprendre le vocabulaire utilisé dans l'évaluation. Aussi, le texte et les images utilisés durant l'évaluation ne sont plus un obstacle à la compréhension des éléments mathématiques par les élèves.

Concernant ses collègues de troisième année, pour l'évaluation, elle dit distribuer les « mêmes papiers » aux élèves, mais que la façon de l'administrer est différente. Elle ajoute que les résultats sont, eux aussi, différents. Par exemple, elle ne donne pas l'évaluation à tous ses élèves au même moment. C'est donc dire que, pour les élèves qui échoueraient à l'évaluation selon elle, elle leur fait faire l'évaluation plus tard. Pour les élèves en difficulté, elle les observe, assis à côté d'eux, pendant qu'ils font l'évaluation pour observer les sources de difficulté. Cela lui permet de donner des commentaires personnalisés.

Durant les évaluations, elle permet toutes les technologies à ses élèves sauf la calculatrice. Ils choisissent l'outil qui leur convient le mieux pour la tâche proposée.

Par exemple, ils peuvent utiliser *Geoboard* qui leur permet de tracer des figures géométriques et de compter leurs sommets. Ils peuvent aussi utiliser *Number line* qui leur permet de construire un axe numérique. Ils ont aussi le choix d'utiliser seulement le papier et le crayon. Ceci s'applique à toutes les évaluations de Marianne.

Marianne prend en note quel élève utilise quel outil dans une évaluation. Par exemple, pour un élève qui utilise longtemps le matériel de manipulation en base 10, elle juge qu'il n'a pas encore « intégré le concept de centaine ou de dizaine. » Elle voit donc dans ce cas-ci, la technologie comme une béquille dont l'objectif est de s'en détacher. Elle répète alors que c'est l'observation qui lui permet d'avoir des jugements aussi précis.

#### 4.2.3 Contraintes sociales et institutionnelles.

Marianne juge que les directives du Ministère sont très claires quant à l'utilisation de la technologie en contexte d'évaluation. Cela lui donne le droit de permettre la technologie en contexte d'évaluation. Pour s'appuyer, elle dit que, selon le programme du Ministère de l'Éducation, l'élève a droit au matériel de manipulation tout au long de son primaire. Pour elle, l'élève a le droit d'utiliser l'outil qui lui convient.

Marianne juge que, si elle avait la « permission de ne plus donner d'examen », elle le ferait, mais, « ce n'est pas tous les collègues qui sont rendus là encore. » Elle considère que, pour plusieurs autres enseignants, les examens sont le « seul moment de rétroaction directe aux parents sur la compétence de leur enfant. » Quand on tient

les parents au courant presqu'au quotidien sur le cheminement de leur enfant, elle se demande pourquoi faire passer un examen aux élèves. Elle ne distribue d'ailleurs pas d'examen en fin d'année. Elle préfère plutôt que toutes les activités en classe soient orientées pour s'assurer d'avoir un portait de la compétence de chaque élève.

Marianne continue de faire des évaluations sous la forme d'examen, particulièrement en début d'année, puisque cela rassure les parents et les collègues. Elle juge que ce ne sont pas tous les collègues qui sont prêts à ces changements. Elle ajoute que c'est pour « soigner la transition » qu'elle fait des examens en début d'année scolaire.

La direction d'école de Marianne, en plus de la supporter dans ses décisions, encourage ses collègues à ne pas juger ses techniques d'évaluation tant qu'ils ne les ont pas essayées. Marianne invite d'ailleurs les enseignants de son école à venir dans sa classe quand ils le veulent.

# 4.2.4 Caractéristiques de l'évaluation analysée.

L'évaluation<sup>7</sup> que j'étudie est donnée en troisième année du primaire. Les élèves ont accès à toute technologie sauf la calculatrice. Ils peuvent choisir d'utiliser une technologie ou non. L'objectif de l'évaluation est d'évaluer si les élèves sont capables d'effectuer les opérations arithmétiques. De plus, les élèves doivent reconnaître, à partir de l'énoncé, l'opération à effectuer. Ils doivent donc traduire des mots en phrase mathématique. Les élèves ont alors à choisir l'opération représentée par les

<sup>&</sup>lt;sup>77</sup> Voir Annexe B.

mots utilisés. Par exemple, dans une question où les élèves devaient faire une soustraction, ils devaient traduire le mot « écart » par une soustraction, trouver la phrase mathématique traduisant la situation et effectuer le calcul.

Marianne souligne que « c'est faux de penser que tous les élèves vont toujours vouloir l'outil. » Les élèves comprennent que « cela va beaucoup plus rapidement s'ils maîtrisent les concepts » que de se fier à l'outil.

## 4.2.5 Exemple de tâche.

 Hier, il faisait 8°C. Aujourd'hui, il fait -6°C. Quel est l'écart de température entre ces deux journées?

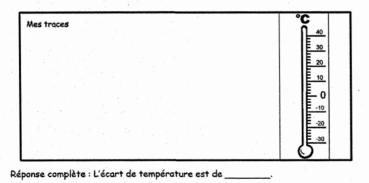


Figure 4.3 Tâche 1 de Marianne

# 4.2.6 Analyse de cette tâche.

Pour réaliser cette tâche, les élèves pouvaient la réaliser avec ou sans la technologie. L'enseignante laissait le choix aux élèves d'utiliser ou non un outil. S'il en utilise un, c'est lui qui décide de l'outil à utiliser. On peut aussi imaginer un élève qui utilise une technologie pour accomplir la tâche alors qu'un autre en utilise une autre et qu'un dernier l'accomplit sans technologie. La technologie est donc ici active optionnelle libre.

La tâche est interprétative. En effet, l'enseignante considère que la tâche demande aux élèves de traduire le mot « écart » par une soustraction pour réussir la tâche.

Le seul élément de la RME présent dans cette tâche est le fait qu'il y a une mathématisation à faire pour réussir la tâche. En effet, l'élève doit traduire la phrase en opérations mathématiques.

Les autres éléments de la RME sont absents de cette tâche. Il n'y a pas d'interaction entre les élèves pour faire la tâche. La tâche ne concerne que l'arithmétique, il n'y a donc pas d'intégration de plusieurs domaines mathématiques. Selon Marianne, les élèves n'ont pas à construire une nouvelle stratégie pour réussir la tâche et ne provient pas du monde réel des élèves. C'est pour cette raison qu'elle explique le fonctionnement du thermomètre aux élèves avant l'évaluation. En l'expliquant aux élèves avant l'évaluation, le contexte semble déjà plus près du monde réel des élèves. Aussi, le thermomètre me semble être un des contextes les plus réalistes pour travailler les nombres négatifs avec les élèves du primaire. Même si le thermomètre à mercure est de moins en moins utilisé en classe, puisqu'elle parle du thermomètre avant l'évaluation, et que le contexte météorologique est lui-même très concret, je classe donc cette tâche comme étant une tâche provenant du monde réel des élèves.

Tableau 4.3 Récapitulatif des caractéristiques pour chaque tâche de Marianne

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Techno	0	0	О	О	0	0
Papier	0	О	O	О	О	О
Habileté	I	I	I	I	I	I
Exploration	N	N	N	N	N	N
Monde réel	0	N	N	О	0	0
Mathématisation	О	О	0	0	0	О
Interaction	N	N	N	N	N	N
Section	R	R	R	R	R	R

La tâche présentée ci-haut donne un bon aperçu des tâches de l'évaluation de Marianne. Les caractéristiques des tâches sont presque toutes les mêmes. Observons donc les faits suivants portant sur l'ensemble des tâches de Marianne.

- 1. Pour toutes les tâches, la technologie est active optionnelle libre. C'est donc dire que ces tâches sont réalisables avec ou sans la technologie. Aussi, l'élève est libre d'utiliser la technologie ou non. Ici, l'élève pourrait utiliser une application qui permet de tracer une droite numérique et dessiner sur celle-ci.
- 2. Pour toutes les tâches, l'habileté demandée est interprétative. L'élève a à identifier l'opération mathématique à effectuer à partir du texte. C'est donc dire que les élèves devaient effectuer une mathématisation.

- 3. Quelques caractéristiques de la RME sont absentes de cette évaluation. En effet, il n'y a pas d'interaction entre les élèves donc le socioconstructivisme est absent de cette évaluation. Aussi, il n'y a pas d'intégration des différents domaines mathématiques pour une même tâche.
- 4. Quelques caractéristiques de la RME sont présentes dans cette évaluation. En effet, les élèves sont libres d'utiliser la stratégie de leur choix. En effet, en leur permettant d'utiliser l'outil de leur choix pour chaque tâche, les élèves peuvent produire une stratégie qui est la leur.
- 5. La moitié des tâches proviennent du monde réel des élèves selon l'enseignante. Il faut mentionner que, comme on le lisait plus haut, l'enseignante passe du temps avec les élèves à travailler les contextes avant les évaluations. Par exemple, même si le thème abordé dans la question mathématique est loin du monde réel des élèves, elle prend du temps en classe avec eux pour bien comprendre le contexte.
- 4.2.7 Cohérence des pratiques individuelles, hiérarchies et contradictions apparentes.

À travers le discours de Marianne, il est possible d'observer de la cohérence entre ses pratiques enseignantes en contexte d'évaluation et les contraintes personnelles, sociales et institutionnelles. En voici quelques exemples : 1. Il y a cohérence entre le programme de formation au primaire du Ministère de l'Éducation et le fait de permettre toute technologie que l'élève juge pertinente pour accomplir une tâche. Dans le programme, on peut lire le paragraphe suivant. « Les technologies de l'information et de la communication, instruments aujourd'hui incontournables, sont considérées dans le Programme de formation comme des outils et des ressources au service de l'apprentissage et de l'enseignement. Elles constituent non seulement des moyens de consultation de sources documentaires, mais aussi des moyens de production. Chaque programme comporte un certain nombre d'indications d'ordre pédagogique concernant l'utilisation des technologies de l'information et de la communication pour le développement des compétences disciplinaires. Elles sont présentées à titre de suggestions et ne revêtent pas de caractère prescriptif bien que l'utilisation des technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement et l'apprentissage soit requise. »

Du côté de la calculatrice, j'observe une incohérence entre ce que le programme prescrit et l'interdiction d'utiliser la calculatrice par Marianne en classe et lors de l'évaluation. En effet, le programme prescrit l'utilisation de la calculatrice alors que Marianne l'interdit.

Je remarque que le mot « évaluation » est absent quand on dit que les technologies de l'information et de la communication sont des outils et des ressources au service de l'apprentissage et de l'enseignement. Malgré cela, je note que le programme parle bien d'utiliser la technologie comme moyen de production pour les mathématiques.

En permettant la technologie, Marianne répond au fait que l'utilisation des technologies est requise. En permettant la technologie que l'élève juge pertinente

pour réussir une tâche, Marianne estime que le programme ne prescrit pas quelles technologies doivent être employées. C'est donc à chaque enseignant d'y voir. La décision de Marianne est de laisser le choix de la technologie aux élèves, ce qui est, conforme au programme.

2. J'observe aussi une cohérence entre les pratiques d'enseignement et les pratiques d'évaluation de Marianne. En effet, elle juge que l'évaluation doit être en continuité avec ce qui est fait en classe. Sa consigne de liberté de choix de l'utilisation de la technologie respecte cette continuité entre ses pratiques enseignantes et ses pratiques d'évaluation. Je n'ai pas réussi à voir de limites dans les applications permises par Marianne ni en classe, ni en évaluation. En effet, elle va même laisser les élèves utiliser un nouvel outil s'il la convainc que son utilisation lui permettra de réaliser une tâche.

L'exception semble être du côté de la calculatrice qui n'est jamais permise en contexte d'évaluation. Malgré cela, cela demeure pertinent avec ce qui est fait lors de l'apprentissage en classe où elle interdit aussi l'utilisation de la calculatrice.

3. J'observe une cohérence entre le fait que les élèves ont peu d'évaluation formelle à des moments fixes et l'utilisation de la technologie comme moyen de rétroaction aux parents et aux élèves. On sent dans le discours de Marianne que les élèves sont perpétuellement en évaluation. En effet, la rétroaction est très fréquente chez Marianne parce qu'elle utilise un outil de communication qui informe les parents et les élèves rapidement. Comme elle voit les examens comme un moyen de rétroaction, et qu'elle utilise beaucoup d'autres moyens de rétroaction, elle utilise moins d'examens formels que ses collègues.

- 4. J'observe une cohérence entre ses pratiques d'enseignement où l'utilisation de la technologie de réalité virtuelle est importante et le fait que quelques tâches ne proviennent pas du monde réel des élèves. En effet, en classe, elle tente de faire en sorte que les contextes ne provenant pas du monde réel des élèves soient bien compris des élèves. L'utilisation de la réalité virtuelle l'aide à accomplir cette tâche. Elle peut donc se permettre à l'occasion des situations ne provenant pas du monde réel des élèves parce qu'elle va les aider à s'y mettre à l'aise. Par exemple, quelques cours avant l'utilisation d'un contexte plus difficile comme le cirque, les élèves visitent virtuellement un cirque, ce qui leur permet de comprendre les objets qui s'y trouvent, le vocabulaire utilisé autour du cirque. Cela lui permet d'utiliser des contextes plus variés qui ne sont pas, au départ, près du monde réel des élèves.
- 5. Marianne ne mentionne jamais les compétences du programme comme étant un facteur du choix des tâches suggérées aux élèves.
- 4.3 Cas 3 : Paul, enseignant au secondaire dans une école publique.

#### 4.3.1 Contexte.

Paul travaille dans une école publique et enseigne les mathématiques de quatrième et cinquième secondaire, option sciences naturelles, avec des élèves du programme « Sports-Études ».

## 4.3.2 Caractéristiques de l'évaluation analysée.

En 2010, il a bâti une évaluation<sup>8</sup> où la technologie est permise. Aujourd'hui, il continue d'utiliser cette évaluation. L'idée vient d'un neveu qui avait fait un projet semblable en tant qu'étudiant. Cet étudiant devait tracer un logo à la main. Paul lui avait suggéré de faire son logo avec *Geogebra*, ce qui lui a donné l'idée de faire ce projet de construction de logo avec *Geogebra*. Dans ce projet, les élèves doivent calculer à la main les équations des différentes courbes formant un logo. Ensuite, les élèves doivent insérer ces équations dans *Geogebra*, ce qui fait en sorte de tracer le dessin. C'est une évaluation qui a lieu sur une durée de plusieurs périodes de cours et elle est faite en équipe de deux à quatre élèves.

Ce projet en entier est conçu comme étant une évaluation. Malgré cela, les élèves ont droit d'aller poser des questions à l'enseignant. Par exemple, quand les élèves ont de la difficulté à identifier le type de fonction représenté par une courbe particulière, ils peuvent aller demander à l'enseignant de les aider. L'apprentissage peut donc avoir lieu durant l'évaluation.

#### 4.3.3 Contraintes sociales et institutionnelles.

Les élèves de ses classes n'ont pas accès à une technologie en classe à toutes les périodes. S'il veut que les élèves y aient accès, il doit le prévoir et réserver les appareils.

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Voir Annexe C.

Pour Paul, ce projet a incité quelques élèves à s'orienter vers le domaine de l'informatique. Il aime utiliser une approche qui aide les élèves à s'orienter vers un emploi, à « donner une direction professionnelle à ce qu'on fait à l'école. » Il aime quand les élèves savent à quoi servent les mathématiques et il aime faire des parallèles avec des métiers. Par exemple, il parle d'une de ses amies qui utilise le logiciel *Autocad* pour faire du dessin 3D afin de leur montrer que ces technologies sont utilisées dans des métiers.

Selon lui, le programme du Ministère de l'Éducation n'a pas d'influence sur sa façon d'utiliser les technologies en classe. C'est vraiment son souci « de rendre les mathématiques concrètes » qui le pousse à utiliser la technologie en classe.

Les collègues de travail de Paul, pas nécessairement ceux qui enseignent en mathématiques, sont impressionnés par le fait que des élèves sont capables de transformer des équations mathématiques en dessin. Plus particulièrement, ses collègues de mathématiques en cinquième secondaire ont envie d'essayer ce projet dans les années à venir. Le projet ayant lieu depuis quelques années, les autres enseignants ont vu, selon lui, son potentiel.

Durant le projet, les élèves de Paul sont, eux aussi, impressionnés par le passage des équations en dessin. Cela fait en sorte que les élèves ont envie de poursuivre le projet.

#### 4.3.4 Contraintes personnelles.

Selon lui, un des avantages de l'utilisation de la technologie *Geogebra*, c'est qu'elle permet un grand niveau de précision dans le traçage. Paul explique qu'un dessin en format *.jpg* perd de la précision parce qu'il est représenté par des pixels. Plus on zoome, plus on perdra de la précision, on verra alors les pixels. Avec les dessins *Geogebra*, cette perte de précision n'existe pas parce que c'est une équation mathématique qui définit le dessin.

Il n'utilise plus la calculatrice graphique en classe parce qu'il juge qu'il perdait trop de temps à expliquer aux élèves comment l'utiliser. De plus, il évalue que la calculatrice « trouvait la réponse à la place de l'élève. » Par contre, il utilise des applications comme *Geogebra* en tant qu'enseignant. Par exemple, en traçant le polygone de contrainte à la main, il dit que « ce n'est jamais très bien. » Avec *Geogebra*, ce travail est, selon lui, plus rapide et l'élève peut observer le polygone de contraintes et concevoir « de lui-même que l'endroit le plus ombragé est le polygone de contraintes. »

Il ne permet pas la technologie pour d'autres évaluations durant l'année scolaire. Par contre, en contexte d'enseignement, il utilise un site internet. Il y place des liens où les élèves peuvent alors explorer, par exemple, l'effet des paramètres sur le graphique d'une fonction. Ce n'est qu'un exemple puisqu'il utilise régulièrement, lui-même, la technologie en contexte d'enseignement. En contexte d'évaluation, le projet présenté ici est le seul moment où la technologie est permise.

Avec cette évaluation, il a l'impression de montrer à ces élèves « à quoi servent les mathématiques. » Par exemple, il fait le parallèle entre son projet et la construction d'un objet en trois dimensions qui, elle aussi, est guidée « des formules mathématiques ». Il mentionne, par exemple, que pour construire un objet avec une imprimante en trois dimensions, il est possible de programmer des formules mathématiques qui permettent de construire l'objet.

# 4.3.5 Consignes de ce travail.

# Votre défi consiste donc à: 1. choisir un logo qui peut être modélisé à l'aide d'au moins 6 fonctions et le représenter sur un papier quadrillé. 2. Identifier tous les sommets critiques du logo, c.-à-d. tous les points où l'allure du logo change de nature. 3. modéliser chaque trait, ligne et courbe par une des fonctions suivantes : fonction constante, fonction linéaire, fonction quadratique fonction valeur absolue, fonction racine carrée, fonction rationnelle \*il existe d'autres fonctions qui pourront être utilisées en bonus (voir annexe)\* 4. identifier la nature, la règle et le domaine de chaque fonction. (démarches exigées pour chaque règle trouvée)

5. la programmation se fera à l'aide du logiciel Geogebra. (www.Geogebra.org)

## 4.3.6 Analyse de cette tâche.

Tableau 4.4 Récapitulatif des caractéristiques pour chaque tâche de Paul

	T1		
Techno	0		
Papier	O mais sans précision		
Habileté (M, I, C)	С		
Exploration	0		
Monde réel	O		
Nouvelle	О		
Transformation	N		
Section	a		

Pour cette évaluation à tâche unique, on pourrait la réaliser à la main ou avec la technologie. Par contre, si elle était réalisée entièrement à la main, le traçage du graphique n'aurait pas la même précision qu'avec la technologie. Comme la précision est un élément important pour permettre de bien réaliser le dessin de cette tâche, je considère la technologie comme active requise. Aussi, *Geogebra* sert d'outil de validation. En effet, si la courbe n'est pas conforme aux attentes de l'élève, il peut voir instantanément qu'il y a une erreur. La validation est ici nécessaire à la réalisation du projet. Sans validation, ce projet n'existe pas. Cela confirme que la technologie est active requise.

Comme la tâche consiste à trouver des équations à partir de coordonnées dans un plan cartésien, on pourrait considérer que la tâche n'est que mécanique. Par contre, il ne faut pas oublier que les élèves ont à trouver le type de fonction représenté par chaque courbe. De plus, ils ont à valider avec l'outil *Geogebra* que la courbe tracée est la bonne. Je classerai donc cette tâche dans la catégorie des tâches constructives.

Je considère qu'il existe une part d'exploration et de validation dans la réalisation de cette tâche. Il faut tout d'abord décomposer le logo en sous-formes exprimables par des équations. Ensuite, l'utilisation de *Geogebra* permet de voir si les équations trouvées permettent de tracer les courbes de la façon qui permet de récréer le logo. Un élève qui ne réussit pas à décomposer le logo efficacement ou à trouver la bonne équation le verra instantanément dans le graphique et pourra recommencer.

Plusieurs éléments de la RME sont présents dans cette tâche. Tout d'abord, la tâche provient du monde réel des élèves puisqu'ils cherchent à recréer un logo qu'ils ont choisi. Aussi, c'est un travail qui se fait en équipe de deux à quatre élèves. Les élèves sont donc en interaction pour réussir cette tâche. Il y a ici une mathématisation verticale puisque les élèves doivent passer d'une mode de représentation graphique à l'équation d'une fonction. Finalement, les élèves ont à développer de nouvelles stratégies pour réussir cette tâche. On n'a qu'à penser à la décomposition du logo en différentes courbes, ou à la définition du domaine pour chacune des courbes. Ce sont des stratégies nouvelles pour les élèves.

Le seul élément de la RME absent de cette tâche est l'intégration de plusieurs domaines mathématiques. Ainsi, le seul domaine mathématique utilisé dans cette

tâche est l'algèbre, il n'y a donc pas d'intégration de plusieurs domaines des mathématiques dans cette tâche. On pourrait décider de faire la même tâche, mais avec un logiciel de géométrie ce qui ferait en sorte d'intégrer la géométrie dans cette tâche mais ce n'est pas le cas.

- 4.3.7 Cohérence des pratiques individuelles, hiérarchies et contradictions apparentes.
- 1. J'observe une cohérence entre l'importance que Paul accorde aux mathématiques dans le monde réel et le fait qu'il essaie de mettre le projet dans le monde réel des élèves. Le choix du logo par les élèves leur montre que cette tâche pourrait se réaliser avec n'importe lequel logo. Ses rappels fréquents de la similitude entre cette évaluation et le travail de certains professionnels comme les graphistes me le confirment. Finalement, l'utilisation d'un logiciel pour tracer un logo est très réaliste dans le monde d'aujourd'hui. Le métier de graphiste est très dépendant de la technologie aujourd'hui bien que les graphistes ne se servent probablement pas d'équations pour tracer comme c'est le cas dans cette tâche.
- 2. J'observe une cohérence entre le fait qu'il a abandonné la calculatrice parce qu'il avait l'impression qu'elle trouvait la réponse à la place de l'élève et le fait que les calculs sont faits à la main par l'élève dans cette tâche. Il semble que les calculs occupent une place importante autant dans cette évaluation que dans ses souhaits. Son désir que la calculatrice ne fasse pas les calculs à la place de l'élève se reflète aussi au travers du fait que cette tâche requière des habiletés mécaniques. Elle demande aussi d'autres habiletés, mais les habiletés mécaniques ont leur place dans ce projet.

- 3. J'observe une cohérence entre le fait que cette évaluation est la seule où la technologie est permise dans la classe de Paul et le fait que le matériel technologique n'est pas facilement accessible à ses élèves. Même s'il mentionne que la technologie est importante dans la vie réelle des élèves, le contexte social l'empêche d'évaluer plus souvent avec la technologie.
- 4. Paul semble accorder une importance au fait que l'élève se rende compte de lui-même d'un phénomène mathématique, qu'il apprenne de lui-même de nouvelles notions sans l'aide de l'enseignant. J'observe donc une cohérence entre ce fait et le côté exploratoire de cette tâche. Les élèves peuvent vérifier rapidement si l'équation trouvée est la bonne en comparant avec leur logo. De cette façon, certains apprentissages se font sans la présence de l'enseignant.
- 5. Paul Mireille ne mentionne jamais les compétences du programme comme étant un facteur du choix des tâches suggérées aux élèves.
- 4.4 Cas 4 : Annabelle, enseignante au secondaire dans une école privée.

#### 4.4.1 Contexte.

Annabelle travaille dans une école privée. Elle enseigne l'informatique en première secondaire, même si elle n'est pas formée spécifiquement dans ce domaine. Elle enseigne aussi les mathématiques en quatrième secondaire. Elle a construit une évaluation permettant la technologie lorsqu'elle enseignait en cinquième secondaire dans une autre école privée. C'est de cette évaluation qu'il est question dans cette

.

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Voir Annexe D.

analyse. Elle n'utilise plus cette évaluation aujourd'hui puisque le contenu de cette évaluation ne se prête pas aux cours qu'elle enseigne présentement.

#### 4.4.2 Contraintes sociales et institutionnelles.

Annabelle considère que le programme du Ministère de l'Éducation ne permet pas l'utilisation de la technologie en contexte d'évaluation de façon générale. Selon elle, ceci s'applique aux examens du Ministère, mais aussi aux évaluations créées par les enseignants. Pour elle, le programme n'a pas d'influence sur sa décision de permettre la technologie en contexte d'évaluation. Peu importe ce que le programme dit, elle juge que la possibilité de permettre la technologie en contexte d'évaluation est importante.

Du côté de ses collègues, elle sent qu'ils ont une influence sur sa décision. À son école, elle a accès à une conseillère pédagogique spécialisée en technologie qui lui donne des idées. Son patron est un « leader » dans le domaine des technologies en éducation et elle souligne qu'il a une influence sur elle. De manière générale, ses collègues lui donnent « confiance en la technologie. »

Les élèves n'ont pas d'influence sur sa décision de permettre la technologie en contexte d'évaluation.

Si elle était ministre de l'Éducation, elle ne permettrait pas la technologie en contexte d'évaluation parce qu'elle considère que « les enseignants ne sont pas formés en ce sens. » Elle considère que le Ministère ne permet pas la technologie en évaluation

« parce qu'il ne peut pas la contrôler. » Selon elle, le Ministère ne peut pas permettre « quelque chose qui va partir dans tous les sens. » Elle souligne qu'avant de permettre la technologie en contexte d'évaluation, il faudrait « un cadre et des façons de faire officielles. »

Elle considère que ce serait plus facile d'utiliser les technologies en classe si les élèves en avaient déjà fait plus tôt durant leur parcours scolaire. Pour elle, cette hétérogénéité dans les compétences des élèves semble un frein.

#### 4.4.3 Contraintes personnelles.

Pour l'instant, Annabelle n'a permis la technologie en contexte d'évaluation en mathématique qu'à une occasion, celle présentée ici. Annabelle mentionne qu'elle veut permettre la technologie en contexte d'évaluation parce qu'elle « croit en la technologie en éducation. » Dans l'avenir, elle veut donc construire d'autres évaluations permettant la technologie. Elle ajoute qu'elle en a elle-même bénéficié durant son parcours scolaire. Pour s'expliquer, elle dit « Ne m'enlève pas mon cellulaire ou mon ordinateur, je n'aurais pas été capable de faire mon baccalauréat. »

Elle utilise plusieurs technologies en contexte d'enseignement comme *Geogebra*, Desmos, Euclidea, Wolfram Alpha, l'exerciseur Netmaths, mais elle ne les utilise pas actuellement en contexte d'évaluation.

Dans l'évaluation où elle permettait la technologie, elle mentionnait aux élèves que la raison pour laquelle elle permettait la technologie en contexte d'évaluation, c'est

que : « c'est comme ça dans la vraie vie. » Elle ajoute que dans tous les domaines d'emploi, on a « le support de la technologie qui vient avec. » Elle voit mal leur interdire un outil dont elle-même a besoin.

Elle dit qu'elle continue de construire des évaluations sans technologie parce qu'elle veut continuer d'évaluer des connaissances. Pour elle, l'évaluation des connaissances ne passe pas par l'utilisation de la technologie. Elle considère qu'elle n'« a malheureusement pas le choix. » Par exemple, pour évaluer les manipulations algébriques, elle continue de faire une évaluation sans la technologie. Son interprétation de ce qui est prescrit par le Ministère semble avoir une influence sur la création de ses évaluations. Comme elle pense que le Ministère ne permet pas la technologie en contexte d'évaluation, elle sent qu'elle n'a pas le choix de créer des évaluations sans technologie.

Elle se sentirait à l'aise avec le fait de construire une évaluation qui ne peut pas être réussie par les élèves sans la technologie.

## 4.4.4 Caractéristiques de l'évaluation analysée.

L'évaluation que nous analysons ici est une évaluation qu'Annabelle utilisait dans une autre école privée alors qu'elle enseignait en mathématiques de cinquième secondaire, option culture-société-technique. Elle a utilisé cette évaluation une seule fois puisqu'elle a changé de niveau d'enseignement depuis ce temps. Elle qualifie cette évaluation de « situation d'évaluation » puisqu'elle a une grande ampleur. En fait, l'évaluation est une grande tâche qui comporte plusieurs étapes et qui porte sur l'optimisation. Durant cette évaluation, les élèves n'avaient que cette grande tâche à réaliser.

Pour Annabelle, le fait que « tous les chiffres tombent ronds » n'a pas de sens. C'est pour cette raison qu'elle utilise un générateur de nombres aléatoires pour créer plusieurs versions d'évaluations. En mettant ces nombres aléatoires dans son évaluation portant sur l'optimisation en cinquième secondaire, cela devient très difficile de trouver les sommets parce que c'est difficile d'« être exact » en dessinant le polygone de contraintes. Annabelle ajoute que ces nombres générés aléatoirement font en sorte que la situation est plus « authentique ». Selon elle, l'authenticité de la tâche a une influence sur la motivation des élèves à travailler sur cette tâche.

Son objectif personnel dans la création de son évaluation était de créer un problème d'optimisation. Elle ne voulait pas que l'élève passe tout son temps à essayer de tracer une droite la plus précise possible. Elle s'est donc dit qu'il y a des logiciels qui existent pour tracer des droites précises comme *Geogebra*. Selon elle, cela lui permettait ensuite de poser des « questions de métacognition ».

Pour réaliser la tâche, les élèves doivent choisir des paramètres comme le salaire des employés et le nombre d'employés. Cela fait en sorte, selon elle, que les élèves ont le « pouvoir du choix » qu'elle trouve important. De plus, cette liberté du choix de l'outil est appréciée des élèves. Selon elle, cela ajoute un aspect réaliste à la tâche.

Selon Annabelle, le fait que toutes les productions des élèves sont différentes durant cette évaluation fait en sorte que l'évaluation est très différente de celles du Ministère de l'Éducation.

La tâche proposée durant l'évaluation est réalisable à la main et avec la technologie. Elle se demande pourquoi on la ferait à la main alors qu'on peut la faire avec la technologie.

## 4.4.5 Exemple de tâche.

Comme Annabelle n'avait qu'une tâche dans son évaluation, et que celle-ci est volumineuse, elle se trouve à l'annexe D.

Tableau 4.5 Récapitulatif des caractéristiques pour chaque tâche d'Annabelle.

	T1
Techno	0
Papier	O mais très long à cause des calculs
Habileté	I ·
Exploration	O pour les sommets du polygone de contraintes
Monde réel	0
Mathématisation	0
Interaction	N
Domaines	Α

## 4.4.6 Analyse de cette tâche.

1. Il est possible de réaliser la tâche avec ou sans la technologie. Il est intéressant de noter que, sans celle-ci, la tâche est particulièrement plus longue à réaliser parce qu'il y a plus de calculs à réaliser. Pour certaines parties, par exemple pour tracer le

polygone de contraintes, Annabelle exige l'utilisation de *Geogebra*. La technologie est donc active optionnelle forcée.

- 2. La tâche d'évaluation demande des habiletés interprétatives. Il y a des textes à traduire en inéquations mathématiques. Les parties de la tâche avec plus de calculs sont ici évacuées avec la technologie.
- 3. Pour choisir le bon sommet du polygone de contraintes, on peut penser qu'il y a une certaine part d'exploration pour réussir la tâche. En effet, *Geogebra* calcule ici rapidement la valeur de chaque sommet du polygone de contraintes. C'est alors à l'élève d'interpréter la signification de chacun de ses sommets.
- 4. Certains éléments de la RME sont absents de la tâche d'Annabelle. Il n'y a pas plusieurs domaines des mathématiques qui sont évalués et les élèves ne doivent pas construire leur propre stratégie pour réussir la tâche. En effet, les élèves ont déjà travaillé plusieurs tâches d'optimisation avant la réalisation de cette tâche.
- 5. D'autres éléments de la RME sont présents dans cette tâche. Les élèves sont en interaction pour travailler cette tâche, ils travaillent effectivement en équipe de deux élèves pour la réussite de cette tâche. Il y a donc un travail de construction du savoir de façon sociale. La tâche inclut donc un aspect socioconstructiviste comme le *Programme de formation* le suggère. Aussi, comme mentionné plus tôt, il y a mathématisation puisque les élèves ont à traduire du texte en inéquations. Finalement, Annabelle tente de rendre la tâche près du monde réel des élèves. L'utilisation de

nombres aléatoires et le choix des élèves de certains paramètres de la tâche le démontrent.

- 4.4.7 Cohérence des pratiques individuelles, hiérarchies et contradictions apparentes.
- 1. J'observe une cohérence entre le désir d'Annabelle de rendre la tâche près du monde réel des élèves et le fait qu'elle place des nombres réalistes, pas nécessairement entiers, dans sa tâche d'évaluation. Toujours dans l'objectif de rendre la tâche près du monde réel des élèves, elle les laisse choisir certains paramètres de la tâche. On peut donc directement observer des actions concrètes reliées à ce facteur influençant sa décision de permettre la technologie en contexte d'évaluation.

De la même façon, en laissant les élèves choisissent certains nombres, ceux-ci sont différents pour chacun des élèves. Cela fait en sorte que la tâche est réaliste et très différente des évaluations du Ministère de l'Éducation.

- 2. L'utilisation de la technologie est aussi un outil pour Annabelle pour rendre la tâche, mais aussi sa classe, près du monde réel des élèves. En effet, elle mentionne que la technologie est utilisée dans la vraie vie.
- 3. J'observe une cohérence entre le fait qu'Annabelle veuille que les élèves « se concentrent sur des questions de métacognition » et le fait que la tâche demande des habiletés interprétatives. Dans le cas de cette tâche, on voit que l'utilisation de la technologie évacue une partie des calculs. Le fait que l'exploration permette de faire avancer la réussite de la tâche montre bien cette évacuation de la partie mécanique de la tâche.

- 4. J'observe une contradiction entre le fait qu'Annabelle mentionne que la présence de la technologie est visible dans tous les domaines, mais qu'elle ne l'a utilisée que dans une évaluation en mathématiques.
- 5. Annabelle Mireille ne mentionne jamais les compétences du programme comme étant un facteur du choix des tâches suggérées aux élèves.
- 4.5 Cas 5 : Félix, conseiller pédagogique.

#### 4.5.1 Contexte.

Félix est conseiller pédagogique en mathématiques et en sciences au secondaire dans une commission scolaire. Il est conseiller pédagogique depuis maintenant cinq ans, soit depuis 2012. Auparavant, il était enseignant de mathématiques. Il a créé plusieurs tâches d'évaluation pour lesquelles la technologie est permise dans le contexte de son emploi de conseiller pédagogique. Il n'a pas expérimenté ses tâches auprès d'élèves. Au moment de l'entrevue, Félix est sur le point de commencer l'année scolaire en tant que conseiller pédagogique, mais aussi avec la charge d'enseignement d'un groupe en mathématiques. Il a l'intention de permettre la technologie en contexte d'évaluation. Comme Félix n'a pas expérimenté ses tâches auprès d'élèves, il est important de considérer que le contexte est moins naturel. Par exemple, il sera plus difficile de juger si la tâche demandait aux élèves d'utiliser de nouvelles stratégies alors qu'aucun élève n'a fait l'examen ni appris dans la classe de Félix.

#### 4.5.2 Contraintes sociales et institutionnelles.

Félix a participé à l'écriture d'un article dans la revue du GRMS concernant la technologie en contexte d'évaluation. Ce ne sont pas des enseignants de sa commission scolaire qui lui ont demandé de préparer ces tâches et ils ne les ont pas essayées. Malgré tout, il essaie de se tenir au courant avec les réseaux sociaux de ce que font d'autres enseignants. Il dit s'inspirer des tâches proposées par d'autres enseignants. Même si les élèves ne l'ont pas directement influencé à créer des tâches permettant la technologie, ses souvenirs d'enseignant lui rappellent que les élèves appréciaient la présence de la technologie dans son enseignement. Selon lui, les élèves trouvent que la compréhension est plus simple avec la technologie puisque la présentation est plus visuelle.

Il a l'impression que le Ministère ne permet pas la technologie durant les évaluations parce que celui-ci ne connait pas toutes les possibilités qu'elle offre. C'est d'ailleurs dans cette optique qu'il a créé des tâches permettant la technologie. Il voulait voir et montrer les possibilités offertes par la technologie. Il soupçonne aussi que le désir de l'équité entre les élèves est important pour le Ministère dans sa décision de ne pas permettre la technologie. Félix considère que ses tâches sont en harmonie avec le programme du Ministère de l'Éducation. De plus, il aimerait bien voir des élèves travailler sur ces tâches.

### 4.5.3 Contraintes personnelles.

La première fois qu'il a créé des tâches d'évaluation qui permettent la technologie, l'objectif de Félix était de « s'habituer avec la programmation informatique ». Aussi, il voulait voir comment on pouvait amener la technologie dans les évaluations en mathématiques. Il voulait montrer que cela se fait. De plus, il espérait que des enseignants « osent s'embarquer » dans cette voie-là.

Félix a l'impression qu'en permettant la technologie, cela « pousse les élèves à aller plus loin dans leur compréhension ». Selon lui, cela permet à l'enseignant de voir si « l'élève comprend vraiment ce qu'il fait ou il ne fait qu'appliquer quelque chose. » De plus, il pense qu'on peut varier un petit peu plus les tâches. Selon lui, on peut alors proposer des tâches différentes de celles habituellement proposées par les enseignants. C'est d'ailleurs ce qu'il cherchait à faire en créant ces tâches. Il ajoute que les élèves voient les mêmes concepts mathématiques, mais qu'on voit mieux la compréhension des élèves lorsqu'on permet la technologie en contexte d'évaluation.

Plusieurs des tâches construites par Félix ont été inspirées par les tâches des évaluations du Ministère de l'Éducation en quatrième secondaire. Au moment où il crée les tâches, il n'a pas d'intention particulière quant à ce qu'il veut apporter comme modification. C'est ce qu'inspire chaque tâche du Ministère qui lui permet de les modifier. L'objectif de la construction de ces tâches est de voir ce que deviennent les tâches d'évaluation du Ministère de l'Éducation dans le contexte où l'on y permet l'utilisation de la technologie. Pour lui, en permettant la technologie, certaines tâches des évaluations du Ministère deviennent triviales. C'est le constat qu'il fait au cours de son travail de modification des tâches.

En créant ces tâches, Félix utilise particulièrement *Desmos* et *Geogebra*. Il considère qu'avec ces applications-là, l'élève peut manipuler, observer, constater, émettre des conjectures. Il mentionne l'effet « curseur ». C'est que l'élève peut manipuler un objet mathématique qui a été créé pour lui pour ensuite observer « ce qui se passe ». Selon lui, cela permet à l'élève de se centrer plus sur l'observation et de ne pas perdre son temps à calculer. Il cible l'exemple des tâches concernant l'optimisation dans le programme du Ministère de l'Éducation en 5<sup>e</sup> secondaire. Selon Félix, l'élève doit prendre trente minutes pour tracer le polygone de contraintes pour arriver à répondre à ce que Félix considère être la question.

Concernant les évaluations du Ministère de l'Éducation, il aimerait qu'on donne le choix aux écoles de donner des tâches où la technologie est permise ou non. Pour lui, les tâches seraient différentes dans les deux cas. Selon lui, en laissant le choix aux écoles, la décision de permettre la technologie aux évaluations de fin d'année serait pertinente avec le parcours durant l'année scolaire. Il ajoute que certaines tâches dans l'évaluation où la technologie est permise pourraient être faites avec la technologie ou avec le papier et le crayon.

# 4.5.4 Caractéristiques de l'évaluation analysée.

Dans le cas de Félix, je n'analyse pas une évaluation qui a été utilisée en classe.

J'analyse plutôt un groupe de tâches <sup>10</sup> modifiées Félix à partir de tâches provenant d'évaluations du Ministère de l'Éducation en quatrième secondaire ou tout

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup> Voir Annexe E.

simplement construites de toute pièce par Félix. Chaque tâche est indépendante des autres et peut donc porter sur un domaine mathématique différent des autres tâches. Ces tâches d'évaluation où la technologie est permise ont été créées dans le contexte de son emploi de conseiller pédagogique. Il n'a pas essayé ses tâches avec des élèves.

Tableau 4.6 Récapitulatif des caractéristiques pour chaque tâche de Félix.

	<b>T1</b>	T2	Т3	T4	T5	Т6
Techno	0	0	0	Ο	N mais pas pour tout le problème	O Comme outil de validation
Papier	Ο	0	N	N	О	0
Habileté	Mécanique à la main, interprétative avec la technologie	I	C	С	М	M
Exploration	N	N	0	0	N	0
Monde réel	N	N	N	N	N	N
Mathématisation	N	N	0	О	О	N
Interaction	N	N	N	N	N	N
Section	Α	A	A	A	P	G

Observons d'abord les faits suivants.

1. Il est important de noter que ces tâches n'ont pas été conçues dans le cadre d'une évaluation en classe avec des élèves. C'est pourquoi je n'analyse pas si la tâche demande à l'élève de développer une stratégie qu'il n'a jamais utilisée. Par contre, on

peut supposer que les tâches proposées sont appropriées pour des élèves du niveau concerné, Félix ayant souvent enseigné à des élèves de ce niveau. Malgré cela, je sentais Félix très curieux de voir comment les élèves réagiraient à de telles tâches d'évaluation.

- 2. Deux tâches sur six peuvent être réalisées avec la technologie, mais pas à la main. Ce sont donc des tâches où la technologie est active requise. Ces deux tâches demandent aussi à l'élève d'utiliser l'exploration afin de réussir la tâche.
- 3. Deux tâches sur six peuvent être réalisées à la main ou avec la technologie, c'est donc dire que la technologie est active optionnelle. Il n'existe pas de consigne sur l'utilisation de la technologie pour cette tâche puisque la tâche n'a pas été conçue pour une vraie évaluation. Je ne peux donc pas juger si l'utilisation de la technologie était libre ou forcée.
- 4. Il y a deux tâches sur six qui ne peuvent pas être réalisées entièrement avec la technologie mais où celle-ci effectue certains calculs qui permettent d'accélérer la réussite de la tâche par les élèves. On considère donc la technologie comme inactive neutre.
- 5. Certains des éléments de la RME sont absents des tâches de Félix. En effet, les tâches ne proviennent pas du monde réel des élèves, et n'intègrent pas différents domaines des mathématiques pour une même tâche. Pour d'autres éléments, comme les tâches n'ont pas été distribuées en classe, il n'est pas possible de les analyser. Par exemple, on ne peut pas savoir si les tâches demandent de l'interaction entre les

élèves ni si les tâches demandent aux élèves de construire de nouvelles stratégies. Finalement, pour quatre tâches sur six, les tâches demandent d'effectuer une mathématisation. C'est donc dire que pour ces tâches, les élèves doivent transformer un texte en équations mathématiques.

#### 4.5.5 Exemple d'une tâche.

Voici un exemple de tâches se retrouvant dans l'évaluation de Félix (tâche 3 dans le tableau). S'il s'en servait en classe, il donnerait accès à *Desmos*.

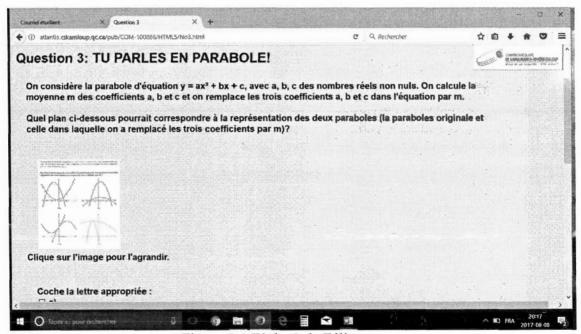


Figure 4.4 Tâche 3 de Félix

4.5.6 Analyse de la tâche.

Cette tâche ne peut pas être réalisée avec papier et crayon, mais la technologie nous permet de la réussir. La technologie est donc active requise.

La tâche demande des habiletés constructives. En effet, il faut que l'élève émette une conjecture pour réussir la tâche.

L'élève doit explorer avec la technologie pour arriver à réussir cette tâche. En faisant varier les paramètres a, b et c, il peut arriver à trouver la conjecture qui s'applique à cette tâche.

Il y a mathématisation de la situation à effectuer. En effet, il faut transformer le texte en équation.

Les autres éléments de la RME sont absents de cette tâche. La tâche ne provient pas du monde réel des élèves, le contexte étant purement mathématique. La tâche est exclusivement algébrique, il n'y a donc pas d'intégration de différents domaines mathématiques. Comme la tâche n'a pas été évaluée dans une classe, il n'est pas possible de juger s'il y a interaction entre les élèves pour la réalisation de cette tâche.

- 4.5.7 Cohérence des pratiques individuelles, hiérarchies et contradictions apparentes.
- 1. Les deux tâches où la technologie est considérée comme active requise demandent à l'élève d'explorer pour trouver la solution du problème. Ceci me semble cohérent avec le fait que Félix avait comme désir de voir ce qu'il était possible de créer comme tâche avec la technologie. Il semble qu'une façon de rendre la technologie active requise est d'utiliser l'exploration. Est-ce qu'il y a d'autres façons de rendre la technologie active requise ?
- 2. J'observe une cohérence entre le désir de Félix de continuer de faire en sorte que les élèves travaillent des tâches à la main et la présence de tâches où la technologie est active optionnelle et où la technologie est inactive neutre.
- 3. J'observe une cohérence entre le besoin d'exploration pour réussir certaines tâches et le fait que Félix mentionne qu'avec la technologie, l'élève peut se concentrer plus sur l'observation plutôt que les calculs. En effet, l'exploration permet d'observer beaucoup de cas qu'il faudrait plutôt faire à la main si la technologie n'était pas permise.
- 4. Toujours sur le fait que Félix mentionne qu'avec la technologie, l'élève peut se centrer plus sur l'observation plutôt que les calculs, je vois une cohérence avec le fait que pour les tâches 5 et 6, la technologie vient en appui aux démarches faites à la main. Effectivement, il est possible de réussir ces tâches entièrement à la main, mais

la tâche fait en sorte que c'est plus rapide d'évacuer la partie mécanique avec la technologie pour se centrer sur l'observation.

- 5. Je me demande quels sont les liens à faire avec l'affirmation que Félix fait quand il dit qu'on voit mieux la compréhension des élèves en permettant la technologie en contexte d'évaluation. Comment les tâches proposées par Félix permettent-elles à un enseignant de mieux voir la compréhension d'un élève ?
- 6. Félix a observé que certaines tâches de l'examen du Ministère de l'Éducation deviennent triviales avec la permission d'utiliser la technologie. J'observe une cohérence entre son observation et le fait qu'une tâche conçue par Félix est mécanique avec le papier et le crayon tandis qu'elle est interprétative avec la technologie. La permission d'utiliser la technologique a donc éliminé la partie mécanique de la tâche et Félix a dû la modifier, rendant la tâche interprétative.
- 7. Félix serait d'accord avec le fait de laisser les écoles choisir une évaluation où la technologie est permise ou non pour ses élèves. Il est intéressant de noter que Félix mentionne que cette pratiquer permettrait d'observer une cohérence entre ce qui est vécu en contexte d'enseignement puis en contexte d'évaluation.
- 8. J'observe une cohérence entre le fait qu'il pense que certaines tâches deviennent triviales en permettant la technologie et le fait qu'il explore des possibilités. En modifiant les évaluations du Ministère, il demeure cohérent sur l'obligation de transformer les tâches devenues triviales. Aussi, j'observe une cohérence entre ce travail sur la modification de tâches existantes et l'idée de Félix

voulant qu'il soit possible de faire travailler les élèves sur des tâches différentes que ce que les enseignants suggèrent habituellement.

- 9. J'observe une cohérence entre le fait que Félix pense que les élèves aiment la technologie parce qu'elle est souvent visuelle et le fait que les tâches qu'il a créées sont souvent accompagnées d'un graphique. Bien entendu, toutes les technologies ne sont pas visuelles, mais il semble y avoir un lien entre l'importance qu'il accorde au côté visuel de la technologie et la présence du visuel dans ses tâches.
- 10. Félix ne mentionne jamais les compétences du programme comme étant un facteur du choix des tâches suggérées aux élèves.
- 4.6 Cas 6 : Kim, enseignante au secondaire dans une école privée.
- 4.6.1 Contexte.

Cette enseignante enseigne dans une école privée où chaque élève a son ordinateur portable. Elle enseigne en première secondaire ainsi qu'en quatrième secondaire, option technico-sciences. Elle enseigne maintenant depuis cinq ans et utilise la technologie en contexte d'évaluation depuis deux ans. En classe, elle l'utilise « tout le temps ».

4.6.2 Contraintes sociales et institutionnelles.

Depuis 2008, soit cinq ans avant l'arrivée de Kim à son école, les élèves pouvaient avoir un portable. En 2012, à l'arrivée de Kim dans son milieu de travail, l'école choisissait d'obliger tous les élèves à posséder un ordinateur portable. Dès le départ de ce programme, l'équipe d'enseignants s'est rapidement mise à la tâche de créer des activités pour intégrer la technologie à l'enseignement. Elle souligne que les enseignants ont été bien accompagnés et que cela a fait en sorte de permettre l'acceptation de cette nouvelle façon de faire rapidement.

Elle juge que, si elle ne faisait pas partie de cette école où la technologie occupe une grande place, elle ne permettrait pas nécessairement la technologie en contexte d'évaluation. En effet, cette place de la technologie dans l'enseignement n'était pas une idée qu'elle avait en sortant de l'université. Elle n'a pas l'impression qu'elle aurait été « poussée autant ». En effet, elle juge qu'en voyant tout ce que les autres enseignants font, cela lui donne le goût de se pousser. Elle mentionne aussi que l'ouverture d'une direction d'école face à la technologie est importante dans la décision de permettre la technologie.

L'utilisation de la technologie de façon générale à son école est encouragée, mais pas obligatoire. Par exemple, personne ne l'oblige à faire des évaluations à l'ordinateur. Elle dit « qu'on voit ce que cela peut apporter de plus » donc personne ne fait que des évaluations avec papier et crayon. C'est « l'esprit de partage » qui est enrichissant pour les enseignants selon elle.

Les enseignants d'un même niveau et d'une même matière ne sont pas tenus d'utiliser les mêmes évaluations. Les enseignants de son école partagent leur matériel entre eux,

mais n'utilisent pas nécessairement les mêmes évaluations. Malgré cela, ils s'en servent comme inspiration.

Il existe une consigne à son école qui empêche les élèves de communiquer entre eux avec la technologie en tout temps. Cette règle s'applique aussi lors des évaluations. Les enseignants ont accès aux écrans de tous leurs élèves. Elle intervient lors des évaluations pour aider certains élèves à réussir leur tâche. Cela ne semble pas particulier à l'utilisation de la technologie puisqu'elle pourrait aider des élèves sans la technologie.

Concernant le programme d'éducation, elle considère que celui-ci a une influence sur sa décision de permettre la technologie en contexte d'évaluation. Elle considère que le Ministère permet l'utilisation de la technologie en contexte d'évaluation en classe. Si celui-ci ne permettait pas l'utilisation de la technologie en contexte d'évaluation, elle ne le permettrait pas non plus.

Les élèves n'ont pas d'influence sur la décision de Kim de permettre la technologie en contexte d'évaluation. Par contre, ils ont de l'influence sur le contenu des projets qu'elle leur présente. Par exemple, si les élèves n'ont pas aimé un projet et qu'ils suggèrent des modifications, elle peut apporter des modifications à son projet. Ils ont donc une certaine influence sur ses pratiques d'enseignement.

Elle trouve ridicule que le Ministère de l'Éducation interdise l'utilisation de la technologie lors de ses évaluations. Elle souligne que cela crée un fossé entre ce qui est fait en classe durant l'année scolaire et ce qui est ensuite demandé lors des

évaluations du Ministère de l'Éducation. Elle considère que les évaluations du Ministère font en sorte que les élèves travaillent à réussir certains types de tâches. Elle dit qu'on pourrait évaluer « la même chose », mais de façon différente. Malgré tout, elle comprend que la question budgétaire est une raison majeure pour ne pas permettre la technologie en contexte d'évaluation.

Elle considère que certaines tâches proposées lors des évaluations du Ministère deviendraient triviales en permettant la technologie. Par exemple, si l'on demande aux élèves de tracer le graphique de l'équation y > 2x+7 avec une technologie comme *Geogebra*, cette tâche devient triviale. Elle trouve d'ailleurs incohérent que la calculatrice graphique soit permise durant les évaluations du Ministère alors que, destechnologies qui sont équivalentes selon elle, comme *Geogebra*, sont interdites.

### 4.6.3 Contraintes personnelles.

Kim souligne qu'elle permet la technologie parce qu'elle peut « évaluer plus ». Elle croit donc qu'elle peut évaluer en allant plus loin avec la technologie que sans elle. Elle dit que, « si l'on veut préparer les élèves à ce qui les attend plus tard, on ne veut pas les préparer à répondre à des questions, on veut voir ce qu'ils sont capables de créer puis de dégager comme compétence. » Elle trouve que « le processus de création amène beaucoup plus ».

Certaines de ses évaluations se font avec papier et crayons et d'autres avec la technologie. Elle aimerait arriver un jour à faire toutes ses évaluations avec la technologie, mais elle ne s'est pas encore demandée si chacun des sujets

mathématiques s'y prête. Elle n'est pas capable de cibler une caractéristique particulière à ses évaluations permettant la technologie. Ce sont les sujets mathématiques qui l'inspirent. Par exemple, pour un sujet particulier, elle voit que l'utilisation de tel outil mathématique pourrait être bénéfique.

Les outils technologiques qu'elle permet lors des évaluations sont très variés et dépendent des tâches suggérées. Par exemple, Kim utilise *Geogebra* pour la géométrie en première secondaire. Elle utilise aussi la vidéo pour que les élèves s'enregistrent quand ils expliquent une tâche. Selon elle, cela les oblige à comprendre. Elle utilise *Padlet* qui permet aux élèves d'observer les démarches mathématiques de tous les élèves. Ceux-ci peuvent alors réagir aux démarches des autres élèves et donner une rétroaction. Elle utilise aussi *Excel* et *Word* dans lequel on trouve l'outil Équations, qui permet d'écrire le langage mathématique. Cet outil permet, selon Kim, de faire en sorte que les élèves apprennent à communiquer en mathématiques. Toujours selon elle, pour utiliser cet outil, l'élève doit connaître la priorité des opérations.

Étant donné que les élèves choisissent cette école en sachant qu'ils auront en leur possession un ordinateur, Kim ne sent pas le besoin de justifier l'utilisation de la technologie en contexte d'évaluation auprès d'eux. Elle mentionne que l'utilisation de la technologie permet de « varier le quotidien ». Malgré tout, elle prend le temps de spécifier que les élèves ne sont pas continuellement en train d'utiliser leur ordinateur.

Pour elle, il y a certaines tâches qui ne valent plus la peine d'être faites à la main. Par exemple, pour elle, le traçage à la main des transformations géométriques est une perte de temps. Elle ajoute que les élèves n'auront jamais, dans le monde réel, à tracer

des transformations géométriques à la main. Elle considère qu'en permettant la technologie, les élèves partent tous avec un outil équivalent. Elle juge que ce ne serait pas le cas avec un compas et une règle parce que certains élèves sont plus « brouillons ».

## 4.6.4 Caractéristiques de l'évaluation analysée.

J'étudie, dans ce cas-ci, une évaluation<sup>11</sup> en première secondaire. Celle-ci était faite sous la forme d'un projet en équipe de deux élèves. Les élèves recevaient les consignes de la tâche dans un fichier Word<sup>1</sup>. La tâche fait en sorte que les élèves ont un grand nombre d'opérations à effectuer avec des fractions et des nombres décimaux.

## 4.6.5 Exemple de tâche.

Voici une opération à effectuer durant la première tâche de cette évaluation. Il y avait un grand nombre d'opérations de ce type à effectuer.

$$\frac{8}{20} \cdot \frac{9}{15} \cdot \frac{22}{2} \div \frac{56}{14}$$

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> Voir Annexe F.

Les élèves doivent transformer le résultat de ces opérations en pourcentage afin d'utiliser un logiciel qui simule des tirages au hasard.

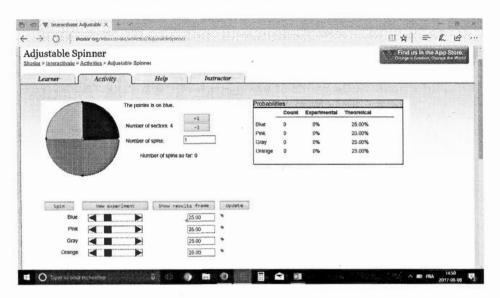


Figure 4.5 Logiciel de simulation de probabilités

## 4.6.6 Analyse de cette tâche.

Ici, la tâche pourrait être réalisée avec ou sans la technologie. Par contre, l'enseignante oblige les élèves à l'utiliser. Je conclus donc que la technologie est active optionnelle forcée par l'enseignante.

La tâche demande des habiletés mécaniques. En effet, l'enseignante demande aux élèves d'effectuer des opérations sur les fractions.

Quelques éléments de la RME sont présents dans cette tâche. La tâche provient du monde réel des élèves, l'enseignante ayant choisi un thème qu'elle considère près du

monde réel des élèves, les Pokémon. La tâche devait être réalisée avec une interaction entre les élèves donc on peut penser que le socioconstructivisme, sous-jacent au *Programme de formation*, est aussi sous-jacent à cette tâche. Il y a intégration de plusieurs domaines mathématiques puisque la tâche concerne l'arithmétique et les probabilités.

Quelques éléments de la RME sont absents dans cette tâche. Il n'y a pas de mathématisation à effectuer pour réussir cette tâche.

Tableau 4.7 Récapitulatif des caractéristiques pour chaque tâche de Kim

	T1	T2	Т3	T4
Techno	O forcée par l'enseignante	N	0	0
Papier	O	О	0	0
Habileté	M	M	M	M
Exploration	N	N	0	N
Monde réel	0	N	N	N
Mathématisat ion	N	N	N	N
Interaction	0	О	О	0
Domaines	R et P	R et P	R et P	R et P

Après l'analyse de cette tâche, le tableau 4.7 montre les caractéristiques de toutes les tâches de l'évaluation de Kim. À partir de celui-ci, observons les faits suivants.

- 1. La première tâche, la principale, peut être réalisée avec ou sans la technologie. Les élèves sont forcés par l'enseignante à utiliser la technologie. Je considère donc que la technologie est ici active libre forcée par l'enseignante.
- 2. Deux tâches parmi les trois suivantes sont réalisables avec ou sans technologie. L'enseignante donne le choix aux élèves de les réaliser comme ils le désirent. La technologie est donc active libre optionnelle.
- 3. Pour une tâche, on ne peut pas la réaliser avec la technologie, mais avec papier et crayon. La technologie est donc considérée ici comme passive neutre.
- 4. Toutes les tâches demandent des habiletés mécaniques. Le travail pouvait être réalisé à la main ou en utilisant l'outil *Word*. Cet outil faisait en sorte que l'élève avait un effort à faire au niveau de l'écriture des chaînes d'opération. Par contre, que ce soit fait à la main ou avec l'outil technologique, l'élève doit toujours être capable de déterminer l'ordre des opérations à faire en suivant la technique appropriée avant d'effectuer les calculs. Le travail est donc sensiblement le même, que ce soit fait à la main ou avec la technologie, et ce travail est toujours mécanique.
- 5. Pour une tâche, la technologie peut permettre la validation de la solution à l'aide d'une exploration.

- 6. Pour la tâche principale, je considère la situation comme provenant du monde réel des élèves. En effet, l'enseignante a choisi un thème, les *Pokemon*, que les élèves connaissent bien et qui se prête bien à une situation concernant les probabilités.
- 7. Aucune tâche ne demande aux élèves de développer de nouvelles stratégies. Aucune mathématisation n'est exigée dans les tâches proposées.
- 8. Toutes les tâches intègrent les probabilités et l'arithmétique. En effet, l'enseignante demande à ses élèves de transformer des nombres dans leurs différentes formes (fractions, nombres décimaux, pourcentages) dans une tâche concernant les probabilités.
- 4.6.7 Cohérence des pratiques individuelles, hiérarchies et contradictions apparentes.
- 1. J'observe une contradiction entre le fait que Kim dit qu'elle peut évaluer « plus » et le fait que toutes les tâches de cette évaluation sont mécaniques. Les élèves n'ont pas non plus à développer de nouvelles stratégies pour les réussir. Il est quand même important de rappeler que ce n'est pas sa seule évaluation permettant la technologie et d'autres évaluations peuvent probablement lui permettre d'évaluer autrement.
- 2. J'observe une cohérence entre le désir de Kim de faire en sorte de communiquer les mathématiques et le fait d'utiliser Word pour une tâche mécanique où la technologie est active optionnelle forcée par l'enseignante. C'est donc dire que la tâche implique un effort sur la communication avec l'outil technologique. De la même façon, elle utilise la vidéo pour que les élèves expliquent une tâche. C'est donc

dire que son désir de faire communiquer les mathématiques s'exprime d'au moins deux façons différentes, toutes deux avec l'aide de la technologie.

- 3. Je vois une cohérence entre le fait que la direction de Kim laisse une liberté concernant l'utilisation de la technologie par les enseignants et le fait que la technologie est parfois active et parfois passive. Comme les enseignants sont libres, cela fait en sorte qu'ils peuvent mettre des tâches où la technologie peut jouer différents rôles dans la même évaluation.
- 4. J'observe une contradiction dans le discours sur la technologie de Kim. Elle estime que certains élèves sont désavantagés pour le traçage des transformations géométriques à la main alors que ce n'est pas le cas avec la technologie. En effet, elle estime que certains élèves ont une motricité fine moins développée que d'autres. Pourquoi serait-ce différent avec la technologie? Avec la technologie, tous ne partent pas avec les mêmes compétences. Certains ont déjà utilisé des outils technologiques alors que d'autres ne l'ont pas fait. Cela fait en sorte que certains élèves sont désavantagés qu'on utilise les outils géométriques ou un logiciel pour y arriver.
- 5. J'observe une contradiction du côté du désir de Kim d'évacuer les tâches que les élèves n'auront pas à faire dans la vraie vie. Si tel était le cas, elle pourrait évacuer une grande quantité des tâches que les élèves font en mathématiques au secondaire. Combien d'élèves auront vraiment à effectuer des transformations géométriques? Que ce soit avec ou sans la technologie, peu d'élèves auront à effectuer ce type de tâches dans la vraie vie.

- 6. Kim mentionne que les élèves ne doivent pas apprendre à répondre à des questions, mais bien à créer. J'observe une incohérence entre cette affirmation de Kim et son évaluation principalement composée de questions.
- 7. Kim ne mentionne jamais les compétences du programme comme étant un facteur du choix des tâches suggérées aux élèves.

Tableau 4.8 Récapitulatif de l'analyse de chacun des enseignants

	Mireille	Marianne	Paul	Annabelle	Félix	Kim
Rôle de la technologie	Toujours active optionnelle libre.	1ère: Active optionnelle libre  2 <sup>e</sup> moitié: Inactive exlue	Active requise	Active optionnelle forcée	Variés	Variés
Habiletés mathématiq ues requises	Toujours interprétativ es.	Mécaniques	Constructiv es	Interprétativ es	Variées	Mécaniques
Exploration	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
Éléments de la RME présents	Stratégies nouvelles	Aucune	Interaction  Mathématis ation  Stratégie personnelle	Interaction  Mathématis ation	Mathématis ation	Intégration de plusieurs domaines mathématiq ues
Éléments de la RME absents	Interaction Intégration de différents domaines	Intégration de plusieurs domaines	Intégration de plusieurs domaines	Intégration de plusieurs domaines Stratégies nouvelles	Non- analysé	Mathématis ation Stratégies nouvelles
Tâches reliées au monde réel	Pour la moitié des tâches, oui.	Non	Oui	Oui	Non	Oui

#### CHAPITRE V CONCLUSION

Dans la première partie de ce travail, j'ai tout d'abord fait un état de la situation concernant le sujet de cette recherche. J'ai donc observé, dans les recherches antérieures, des éléments pertinents pour énoncer mes questions de recherche. Voici un rappel de ces trois questions principales.

Question principale 1 : Quelles sont les tâches présentées aux élèves quand la technologie est permise en contexte d'évaluation?

Question principale 2 : Quelles sont les caractéristiques de ces tâches ?

Question principale 3 : Comment les enseignants choisissent-ils ou construisent-ils ces tâches ?

Ensuite, toujours dans des recherches antérieures, j'ai exploré divers éléments pour m'aider à répondre à ces questions. J'ai donc nommé la fonction didactique de la technologie qui m'intéresse ici, celle où les outils peuvent être utilisés pour que l'utilisateur fasse des mathématiques. Ensuite, j'ai identifié certaines caractéristiques à observer dans les tâches suggérées par les enseignants. Ces caractéristiques sont le rôle de l'outil pour accomplir les tâches, le niveau des habiletés requises pour réussir les tâches, l'approche expérimentale des mathématiques, les mathématiques du monde réel. De plus, j'ai ouvert la porte à des caractéristiques qui pourraient émerger au cours de la recherche.

J'ai finalement identifié des déterminants qui peuvent influencer les pratiques enseignantes concernant les évaluations. Ces déterminants concernent les

composantes personnelle, sociale ainsi qu'institutionnelle. Cela me permet de préciser la troisième question de recherche en ajoutant des questions spécifiques. Voici ces trois questions spécifiques. Premièrement, quels déterminants influencent les enseignants qui permettent la technologie lors des évaluations? Quels sont les liens entre les déterminants menant les enseignants à permettre la technologie lors des évaluations et les caractéristiques des tâches choisies par les enseignants? Quelles cohérences et quelles contradictions existent entre les déterminants des pratiques évaluatives et les pratiques évaluatives des enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation?

Dans la section 5.1, j'analyse les caractéristiques qui avaient été anticipées au début de la recherche.

Dans la section 5.2, j'analyse les caractéristiques émergentes qui ont été identifiées au cours de la recherche.

Dans la section 5.3, j'analyse les éléments qui m'ont paru importants chez les enseignants en ce qui concerne la cohérence des pratiques individuelles, les hiérarchies et contradictions apparentes entre leurs discours et leurs pratiques d'évaluation.

Dans la section 5.4, j'identifie les limites de cette recherche.

Dans la section 5.5, j'identifie des pistes pour l'avenir.

- 5.1 Quelles sont les caractéristiques des tâches où la technologie est permise en contexte d'évaluation?
- 5.1.2 Rôle de la technologie.

Suivant ma propre expérience dans la création de tâches d'évaluation permettant la technologie, j'avais choisi de m'intéresser au rôle que joue la technologie dans la réalisation de la tâche. En regardant chacun des six cas présents dans cette étude, je remarque que tous les enseignants ont bâti des tâches où la technologie est active à l'exception de Mireille pour qui la moitié de son évaluation comporte des tâches où la technologie est exclue. Ce qui me parait intéressant de cette observation est que les enseignants ont eu le courage de bâtir une évaluation complète où la technologie est permise. Pour moi, c'est signe qu'ils sont confiants en leur capacité d'évaluer de cette façon. Dans le cas de l'évaluation que j'avais créée avec mes collègues, on avait, comme Mireille, une évaluation en deux parties dont la première partie faisait en sorte que la technologie était inactive exclue. Pour moi, c'est aussi signe que l'évaluation avec la technologie leur permettait d'évaluer tout ce qu'ils désiraient évaluer. La technologie n'était pas, pour eux, un frein à l'évaluation de ce que le *Programme de formation* prescrit.

Dans les cas où la technologie était active, j'ai cherché à voir si la technologie était requise, optionnelle libre ou optionnelle forcée. J'ai observé un cas d'enseignant pour qui la technologie est requise alors que pour les autres, la technologie est optionnelle. Pour les cas où la technologie est optionnelle, on trouve des cas où la technologie est optionnelle forcée et d'autres où la technologie est optionnelle libre.

Il me parait intéressant de me remettre en question sur le rationnel derrière ces choix de rôles de la technologie chez les divers enseignants. Par exemple, pourquoi les enseignants forcent-ils l'utilisation de la technologie pour certaines tâches ? Mon hypothèse est qu'ils se servent de l'évaluation pour vérifier si les élèves maîtrisent l'utilisation de l'outil. Cela pourrait être intéressant, dans une recherche subséquente, de comprendre ce phénomène. De la même façon, il serait intéressant de comprendre pourquoi certains enseignants incluent des tâches où la technologie est optionnelle plutôt que requise. Serait-ce pour laisser les élèves discerner les moments où la technologie est plus efficace que le papier et le crayon? Je n'ai pas senti ce désir des enseignants dans leur discours. Serait-ce tout simplement parce que les enseignants veulent laisser une certaine liberté aux élèves? Dans le cas de Marianne, j'aurais tendance à dire qu'elle veut laisser de la liberté aux élèves. De plus, elle semble juger que la technologie est une béquille dont l'élève doit se départir pour démontrer sa maîtrise du contenu.

J'ai remarqué au cours de l'analyse que les rôles joués par la technologie auraient pu être pris sous un autre angle. Par exemple, on aurait pu s'intéresser à savoir si les tâches faisaient jouer à la technologie un rôle de validation, un rôle de support à l'exploration et à la formulation de conjectures, d'aide à la communication, etc., des rôles qui ont, dans le cadre de cette étude, émergé du discours des enseignants. Il pourrait être intéressant d'observer plus finement cet angle dans une recherche subséquente.

J'ai aussi pu observer un type de rôles différents. En effet, pour certains enseignants, la technologie jouait un rôle de validation alors que pour d'autres, la technologie jouait un rôle de communication alors que pour d'autres elle jouait un rôle de calcul ou d'aide à la création de conjectures. Il pourrait être intéressant d'observer plus finement ces rôles dans une recherche subséquente.

#### 5.1.2 Habiletés.

Je me suis aussi intéressé aux différents types d'habiletés requises par les élèves dans la réalisation des différentes tâches. J'ai observé un enseignant qui a construit une tâche constructive alors que les autres ont choisi des tâches mécaniques ou interprétatives. Je me doutais bien qu'il était possible de construire des tâches d'évaluation pour lesquelles la technologie est permise et qui demandent des habiletés différentes. Il reste que je croyais que les tâches mécaniques auraient disparu des évaluations permettant la technologie. Or, ce n'est pas le cas puisqu'il y a des tâches mécaniques chez Kim et Mireille. Je remarque que dans les deux cas, pour ces tâches mécaniques, la technologie est optionnelle forcée. C'est donc dire que les enseignantes obligent l'utilisation de la technologie pour des tâches mécaniques. Chez ces deux enseignantes, on sent un désir que les élèves apprennent à se servir de l'outil technologique et l'évaluation servirait à vérifier si les élèves sont capables de s'en servir. Mon hypothèse est que les tâches mécaniques sont de bons outils pour apprendre à se servir de la technologie c'est-à-dire pour faire l'instrumentation de l'outil. En mettant l'accent sur les habiletés mécaniques et en mettant de côté les habiletés interprétatives, cela permettrait aux enseignants d'évaluer l'apprentissage de l'outil comme tel avant d'aborder des tâches interprétatives. Il demeure intéressant de se demander ce que ces deux enseignantes cherchent à évaluer en permettant la technologie? En effectuant des transformations géométriques à la main, est-ce que

l'évaluation serait équivalente ? Cette recherche permet de soulever ces questions qui pourront être répondues dans des recherches subséquentes.

### 5.1.3 Exploration.

Avec les cas d'Annabelle, Félix et Paul, j'ai pu observer quelques tâches où la technologie pouvait servir à explorer des solutions tout en les validant rapidement. Pour Annabelle, cette rapidité pour créer un polygone de contraintes lui permettait d'évacuer une partie de la tâche pour se concentrer sur une autre partie. Pour Félix, l'exploration permettait tout simplement de trouver la solution aux tâches proposées. Pour Paul, la technologie servait d'outil pour valider les calculs faits à la main. Permettre la technologie en contexte d'évaluation peut donc permettre à l'enseignant de se laisser tomber une partie de l'évaluation pour mettre son attention sur une autre partie. Ce qui me parait intéressant ici, c'est que ce n'est pas la partie plus mécanique des calculs qui est éliminée. L'outil sert plutôt pour une validation. L'outil sert donc à faire des mathématiques sans externaliser les calculs. Elle peut aussi permettre de créer des tâches où l'exploration est essentielle à la réussite de la tâche. Elle peut aussi servir d'outil de validation d'un calcul fait à la main. Le côté exploratoire de la technologie permet donc de créer des tâches où ce côté exploratoire est susceptible d'être exploité, et ce, de différentes façons. Ces tâches sont différentes de ce qui aurait pu être créé avec une tâche où la technologie est exclue. L'exclusion de la technologie aurait enlevé le caractère exploratoire de la tâche et donc changé la nature de la tâche. Pour moi, en explorant, l'élève doit interpréter l'information que lui envoie l'outil. Sans elle, la tâche aurait demandé moins d'interprétation et c'est dans ce sens que je crois que la nature de la tâche est changée avec le côté exploratoire de la technologie. Ce changement de nature des tâches reste à explorer dans une recherche subséquente. Il pourrait alors être intéressant d'observer comment la nature d'une tâche change avec l'utilisation d'une technologie.

#### 5.1.4 Éléments de la RME.

Plusieurs enseignants ayant participé à l'étude ont souligné d'une manière ou d'une autre l'importance des liens entre l'apprentissage des mathématiques, l'évaluation et la vie réelle. La place de la vie réelle dans les tâches est d'ailleurs un des éléments de la RME que je voulais observer. Cela semble être un facteur important dans la prise de décision des enseignants de permettre la technologie en contexte d'évaluation. Malgré cela, je remarque que la place de la vie réelle se manifeste de plusieurs façons différentes lors des évaluations. Pour un enseignant, c'est la similitude entre l'évaluation et ce qui serait fait pour un emploi qui apparait. Pour une enseignante, c'est le fait de placer des nombres « plus réalistes » dans les évaluations. Pour une autre, c'est la réalité virtuelle qui permet de rendre les tâches mathématiques plus près de la vie réelle. Finalement, pour d'autres, il est plus difficile d'observer l'impact de l'importance de la vie réelle dans les évaluations.

Du côté de la mathématisation, il y a trois cas sur six où une étape de mathématisation faisait partie de l'évaluation. Concernant les autres éléments de la RME, ils ne me sont pas apparus comme des caractéristiques des évaluations où la technologie est permise. Dans le cas de Marianne, les élèves devaient traduire du texte en opération mathématique. Comme la technologie était optionnelle libre, la mathématisation aurait pu être effectuée sans elle. Dans le cas de Marianne, la mathématisation était une étape importante de la tâche, la partie mécanique de la tâche étant évacuée avec l'utilisation de la technologie. Finalement, dans le cas de Félix, certaines tâches

exigeaient une mathématisation. Ces tâches étaient des modifications de tâches d'examen du Ministère de l'Éducation. Ce qui est intéressant ici, c'est que les tâches modifiées par Félix comportaient des étapes de plus que les tâches initiales. La technologie permettait donc de complexifier les tâches après avoir fait une mathématisation. Je ne crois pas que la mathématisation soit une caractéristique des évaluations où la technologie est permise. Par contre, à certaines occasions, la technologie permet d'évacuer la partie mécanique d'une tâche pour se concentrer sur une partie plus interprétative.

Finalement, en ce qui concerne les deux derniers éléments de la RME, l'intégration des différents domaines mathématiques et l'interaction, ils ne semblent pas se manifester particulièrement dans les évaluations où la technologie est permise. Premièrement, une seule tâche a amené une intégration de différents domaines mathématiques. C'est d'ailleurs une des limites de la recherche. Pour beaucoup d'enseignants, les évaluations qu'ils utilisent dans leur classe sont des évaluations portant sur un seul domaine mathématique. On ne peut pas dire que la technologie semble avoir ébranlé cette pratique courante. Il aurait fallu avoir accès à des évaluations plus récapitulatives pour avoir plus de chance d'observer de l'intégration de différents domaines mathématiques. Aussi, l'arrivée de la technologie dans les évaluations étant assez récente, il me parait normal de ne pas avoir trouvé de tels exemples de tâches qui risquent d'être plus complexes. De la même façon, je n'ai trouvé qu'un exemple où les élèves devaient collaborer pour faire les tâches. Cela ne semble pas, non plus, une caractéristique des évaluations où la technologie est permise. L'aspect socioconstructiviste n'est donc pas nécessairement un élément pris en considération par les enseignants quand ils choisissent ou créent des tâches où la technologie est permise en contexte d'évaluation.

# 5.2 Caractéristiques identifiées pendant la recherche.

À travers les tâches provenant des six cas, mais aussi des discussions avec les enseignants, il m'a été possible d'observer d'autres caractéristiques. Celles-ci pourraient faire l'objet d'autres recherches. Cela permettrait de savoir si ces caractéristiques s'observent chez d'autres enseignants. J'étais porté à rechercher de nouvelles caractéristiques sans pour autant tenter de les observer ensuite chez les autres participants de cette recherche.

Paul semble accorder une importance au fait que l'élève se rende compte de lui-même d'un phénomène mathématique. C'est le seul enseignant qui a souligné ce souhait. Est-ce que les évaluations permettant la technologie permettent d'apprendre pendant la réalisation de la tâche? Je pense que cette caractéristique est tout de même assez rapprochée du côté exploratoire de la technologie. Cette combinaison du côté exploratoire de la technologie jumelé à une rétroaction donnée par celle-ci permet à l'élève d'apprendre. Il reste que cela pourrait être intéressant de voir si les évaluations permettant la technologie font en sorte que les élèves apprennent pendant qu'ils travaillent la tâche.

Dans le cas de Marianne, elle a diminué de beaucoup le nombre d'évaluations plus formelles. Toutes les activités de la classe deviennent des évaluations. Est-ce que ces changements sont vraiment attribuables au fait de permettre la technologie lors des évaluations? Ni elle ni moi ne le croyons. Il semble plutôt que ce soit dû au fait qu'elle a accès à une technologie qui lui permet de communiquer rapidement les progrès des élèves aux parents. Ce cas ne me parait pas suffisant pour croire que le

fait de permettre la technologie en contexte d'évaluation permet de diminuer le nombre d'évaluations formelles.

Selon Félix, les élèves trouvent que la compréhension est plus simple avec la technologie puisque la présentation est plus visuelle. Il me parait donc intéressant de voir à quel point les tâches proposées par les enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation sont visuelles. Est-ce que les tâches incluent des éléments visuels? Est-ce qu'elles exigent de l'observation d'éléments visuels? Quel potentiel ont les éléments visuels de la technologie? Qu'est-ce qu'ils apportent dans une tâche? Est-ce qu'un support visuel rend les tâches plus faciles pour les élèves. Les éléments visuels et leur potentiel pourraient être intéressants à observer.

Finalement, Kim utilise la technologie en évaluation comme un outil de communication. En effet, les élèves doivent démontrer qu'ils savent utiliser les priorités d'opération en écrivant des chaînes d'opération avec *Word*. Il pourrait dorénavant être intéressant d'observer à quel point les tâches où la technologie est permise sont des tâches où la communication joue un rôle important.

5.2.1 Liens entre les caractéristiques identifiées lors de cette recherche et les écrits.

Pour la technologie utilisée en contexte d'évaluation, j'ai identifié certaines caractéristiques. Pour plusieurs de ces caractéristiques, on les retrouve aussi dans les écrits en contexte d'apprentissage.

En ce qui concerne l'instrumentation, le texte d'Artigue (2002), discute de la complexité de l'instrumentation, du besoin de l'instrumentation en mathématiques, du statut des instruments, des problèmes venant des liens avec les techniques avec papier et crayon ainsi que la gestion des outils par les institutions. Concernant cellesci, elle souligne qu'il faut tenir compte des contraintes qu'elles imposent et ce que ces contraintes signifient en terme de valeurs. Ces contraintes offrent des opportunités quant à l'apprentissage et à l'enseignement qu'il est important d'explorer. Dans ma recherche, j'ai aussi identifié ces contraintes et l'impact qu'elles ont sur la conception des évaluations par les enseignants. L'importance des contraintes imposées par les institutions semblent jouer au rôle autant sur l'enseignement des mathématiques avec la technologie que sur la conception d'évaluations où la technologie est permise.

En ce qui concerne la nature des tâches, le texte d'Artigue et Gueudet (2008) discute des ressources en ligne ainsi que des conséquences de leur emploi pour l'apprentissage, l'enseignement, et le développement professionnel des enseignants. Les auteures amènent, entre autres, l'idée que les ressources sont souvent conçues comme un « objet appelé à évoluer, dans une dynamique qui fait interagir concepteurs et usagers. » Cette interaction entre les concepteurs et les usagers fait en sorte que les ressources en ligne sont flexibles. En ce qui concerne l'évaluation, il est effectivement assez rare que les enseignants publient les évaluations. Il est alors plus difficile de voir les évaluations comme des objets appelés à évoluer, du moins à évoluer à l'aide d'une interaction entre les concepteurs et les usagers. Par contre, dans cette recherche, j'ai pu souligner à quel point les relations avec les collègues et les représentants des institutions scolaires avaient une importance dans les décisions concernant l'évaluation chez les enseignants. Ces collègues sont probablement d'excellents acteurs pour faire évoluer les évaluations des enseignants. Ceci me semble encore plus vrai, d'autant plus que les plateformes d'échange en ligne sont plus performantes qu'avant, ceci faisant en sorte d'agrandir le cercle des collègues des enseignants.

Finalement, en ce qui concerne le travail collaboratif, le texte de Kieran et Hitt (2009) discute d'un travail collaboratif entre deux élèves. Le texte illustre comment l'utilisation de la calculatrice symbolique avec des tâches appropriées peut faire émerger l'apprentissage des élèves. Par exemple, on peut découvrir des élèves qui émettent des conjectures assez complexes. Les auteurs soulignent qu'il est difficile d'imaginer des élèves imaginer de telles conjectures sans la technologie. C'est une idée qui a aussi été explorée dans ma recherche. En effet, plusieurs enseignants soulignaient qu'ils souhaitaient « aller plus loin » et l'exemple de Félix montrait qu'une des voies pour y arriver était l'émission de conjectures par les élèves à l'aide de la technologie. Aussi, pour vérifier ces conjectures, les élèves de la recherche de Kieran et Hitt se servaient des possibilités que la technologie offrait. Dans ma recherche portant sur l'évaluation, j'ai aussi souligné les possibilités de validation qu'offre la technologie. Ces possibilités avaient une influence sur la création des évaluations permettant la technologie. Kieran et Hitt ajoutent que leurs activités conçues pour être réalisées en dyades par les élèves les forçaient à argumenter, généraliser, à émettre des conjectures. La combinaison de l'utilisation de la technologie et du travail socioconstructiviste avait, selon eux, des répercussions positives sur l'apprentissage. Dans ma recherche, j'ai observé très peu de travail d'élèves jumelés. Est-ce parce que les enseignants jugent que l'évaluation doit se faire individuellement? Dans tous les cas, un enseignant qui voudrait évaluer l'émission de conjecture pourrait utiliser une activité telle que suggérée par Hitt et Kieran, et ce, même si les élèves ne faisaient pas l'évaluation individuellement.

Il semble donc y avoir un lien entre les caractéristiques des tâches d'évaluation permettant des outils et l'apprentissage des mathématiques à l'aide de la technologie.

5.3 Quelles cohérences et quelles contradictions existent entre les déterminants des pratiques évaluatives et les pratiques évaluatives des enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation?

J'ai pu remarquer des cohérences, des contradictions et des hiérarchies entre les pratiques d'évaluation des enseignants et leur discours par rapport à ces pratiques. Certains éléments sont apparus dans plusieurs des cas d'enseignants. J'aborderai donc ces éléments communs à plusieurs des cas.

#### 5.3.1 Aller plus loin: vraiment?

Plusieurs enseignants ayant participé à l'étude ont mentionné que l'utilisation de la technologie en contexte d'évaluation leur permettait d'aller plus loin ou de faire réfléchir autrement les élèves. La recherche ne portant pas sur l'enseignement, mais bien sur l'évaluation, je ne peux porter un jugement sur le déroulement des activités d'apprentissage. Par contre, ce que je peux observer à l'intérieur des évaluations est la présence de nombreuses tâches mécaniques. Par exemple, Mireille permet la technologie pour l'évaluation portant sur les transformations géométriques. Elle évalue avec des tâches mécaniques où il faut effectuer les transformations géométriques à l'aide de l'outil *Geogebra*. La tâche est la même et est toute aussi mécanique avec *Geogebra* qu'avec les outils géométriques comme le compas et les équerres. Je devine qu'elle le fait pour vérifier que les élèves ont appris le fonctionnement du logiciel aux élèves. Il reste que cela ne permet pas, selon moi, de faire une tâche qui leur permettait d'aller plus loin ou de les faire réfléchir autrement. Avec la technologie, comme avec le compas et les équerres, on est en train de vérifier si l'élève a compris la nature des transformations géométrique.

De son côté, Kim évalue les chaînes d'opération en première secondaire avec Word. Ici, nous avons encore devant nous une tâche mécanique semblable à ce qui pourrait être demandé à la main. Est-ce que la technologie permet vraiment d'aller plus loin ou de faire réfléchir? Selon Kim, cette tâche lui permet d'évaluer s'il est capable de respecter la priorité des opérations.

Avec le cas de Félix, le conseiller pédagogique, j'ai pu observer des tâches où la technologie est active requise. Dans ce cas, on pourrait penser que l'enseignant évalue différemment ce qui lui permettrait d'aller plus loin ou de faire réfléchir. Par exemple, il pense que *Desmos* et *Geogebra* permettent aux élèves d'émettre des conjectures. D'ailleurs, une des tâches proposées par Félix demande à l'élève de choisir la conjecture qui semble vraie parmi quatre affirmations. Malheureusement, il est difficile de savoir si les élèves avaient à construire de nouvelles stratégies durant l'évaluation tout simplement parce que les tâches de Félix n'ont pas été utilisées en classe.

Chez Paul aussi, la technologie est active requise. En effet, les élèves doivent utiliser la technologie pour valider les calculs faits à la main. Est-ce que la technologie permet d'« aller plus loin »? En fait, elle permet aux élèves d'effectuer une tâche difficile à faire à la main. La validation avec la technologie permet une exploration difficile à faire sans elle.

Avec les six cas de cette étude, il reste important de noter le désir de ces enseignants d'« aller plus loin » et de faire réfléchir les élèves. Ce n'est pas toujours facile pour les enseignants de diminuer le nombre de tâches mécaniques. Certains y arrivent et

d'autres continuent de le faire en mettant l'accent sur la découverte de la technologie. J'estime que les propositions de Félix de Paul nous mènent sur une bonne piste. Les deux tâches, où la technologie est active requise, créées par Félix ainsi que la tâche de Paul peuvent nous montrer des exemples d'évaluation permettant d'aller plus loin ou de faire réfléchir les élèves. Une des tâches de Félix demande de trouver plusieurs solutions dans un problème de système d'équations du premier degré. Habituellement, dans ce type de problèmes, on ne trouve qu'une solution. L'autre tâche de Félix demande de travailler sur des conjectures. Finalement, la tâche de Paul exige une validation qui serait difficilement envisageable à la main. Voilà donc des pistes pour les enseignants en quête de façons d'« aller plus loin » et de faire réfléchir autrement les élèves. Les enseignants pourraient tout simplement explorer la création de tâches où la technologie est active requise. Comme ces tâches ne sont pas réalisables avec papier et crayon, j'estime qu'il y a plus de chances qu'elles amènent de nouvelles possibilités que les autres types de tâches.

## 5.3.2 Le programme et le milieu.

La plupart des enseignants ont affirmé que le *Programme de formation* et le milieu ont une grande influence sur leur décision de permettre la technologie en contexte d'évaluation. Les entrevues que j'ai réalisées montrent que ces deux facteurs devraient être pris en compte dans un processus officiel d'intégration de la technologie en contexte d'évaluation.

Les enseignants participant à ma recherche ont choisi des domaines mathématiques où ils considèrent que l'utilisation de la technologie est encouragée par le programme. J'estime donc que si l'objectif est de faire en sorte que les enseignants permettent la

technologie en contexte d'évaluation, il serait pertinent que le programme le mentionne de façon plus précise. Malgré cela, il est intéressant de noter que Marianne, l'enseignante du primaire, ne fait jamais utiliser la calculatrice à ses élèves alors que le *Programme de formation* en suggère l'utilisation et l'apprentissage. Plusieurs exemples d'utilisation de la calculatrice sont nommés dans le *Programme de formation*. Entre autres, celui-ci mentionne que les élèves doivent s'approprier les fonctions usuelles de la calculatrice, utiliser la calculatrice pour l'application de différentes stratégies de résolution de problèmes ainsi que pour l'exploration de nombres naturels et des opérations. Il faut donc être prudent puisque même si le *Programme de formation* était plus précis à propos de l'utilisation de la technologie en contexte d'évaluation, rien n'assure que les enseignants en tiendraient compte. Dans le cas de Marianne, même si elle utilise une multitude d'outils technologiques pour toutes ses évaluations, elle n'utilise pas la calculatrice, contrairement à ce que prescrit le programme.

Le *Programme de formation* est basé sur trois compétences. Or, les enseignants que j'ai rencontrés ne m'ont pas parlé de compétences. À aucun moment, les enseignants n'ont mentionné que les compétences avaient une influence sur le choix des tâches proposées dans les évaluations. Même si les enseignants semblent accorder une grande importance au programme, c'est comme s'ils ne perçoivent l'importance des compétences ou qu'ils ne les tiennent pas en compte quand ils créent leurs évaluations. Est-ce que les enseignants construisent les évaluations avec ces compétences en tête? Est-ce que leurs évaluations évaluent des compétences ou des connaissances?

Si le programme semble jouer un rôle important dans la décision des enseignants de permettre la technologie en contexte d'évaluation, le milieu dans lequel évoluent ces enseignants l'est tout autant. En effet, les enseignants ont tenu à souligner que la direction de l'école, leurs collègues, les conseillers pédagogiques ont eu une influence sur leurs décisions. Ce sont les collègues entre eux qui semblent s'influencer, ce sont les directions qui encouragent fortement, ce sont les conseillers pédagogiques qui aident les enseignants. Si l'on voulait faire en sorte que les enseignants permettent la technologie en contexte d'évaluation, cela pourrait donc être bénéfique de donner un rôle important aux différents acteurs du milieu.

### 5.3.3 Le privé.

Bien que cette recherche ne se veuille pas exhaustive, il est important de noter qu'une majorité de cas exposés ici proviennent des écoles privées. Dans tous ces cas, les élèves ont accès à un appareil technologique par élève. Dans le cas de l'enseignant au public, il a utilisé une évaluation permettant la technologie et a dû réserver les appareils pour la durée de son évaluation s'étalant sur plusieurs cours. Il semble que le fait que chaque élève ait un appareil soit un facteur déterminant dans la décision de permettre la technologie en contexte d'évaluation.

Sachant cela, si quelqu'un voulait faire en sorte que les enseignants permettent la technologie en contexte d'évaluation, il serait pertinent de réfléchir à la possibilité que chaque élève ait un appareil. Comme l'ont souligné plusieurs enseignants lors de cette recherche, l'aspect financier d'un tel projet est à considérer. Même certaines applications très utilisées par les enseignants dans le cadre de cette recherche, Geogebra et Desmos, sont gratuites, les appareils ne le sont pas. Est-ce que la réutilisation de vieux appareils pourrait être une solution?

## 5.3.4 Enseignement et évaluation.

J'ai remarqué que les enseignants accordent une place importante à la cohérence entre leurs pratiques d'enseignement et leurs pratiques d'évaluation. Ceci me parait cohérent avec les écrits cités dans mon cadre conceptuel, incluant le *Programme de formation*. Pour Mireille, cela se traduit par une évaluation des transformations géométriques avec *Geogebra* alors que toutes les transformations ont d'abord été faites en classe avec le même outil. Pour Marianne, les temps d'enseignement et d'apprentissage sont si peu différenciés que la cohérence est forcément présente. Pour Félix, il parait évident que s'il évaluait avec les tâches qu'il a modifiées, il faudrait d'abord qu'il modifie sa façon d'enseigner. Je remarque donc que, pour plusieurs enseignants, le changement de pratiques d'évaluations va de pair avec un changement dans les pratiques d'enseignement. Est-ce pour cette raison que les changements dans les évaluations du Ministère ne viennent pas aussi rapidement que certains le voudraient? Ces changements dans les pratiques d'évaluations du Ministère de l'Éducation sous-entendraient des changements « obligés » dans les pratiques d'enseignement chez tous les enseignants.

#### 5.4 Limites de la recherche.

Il me parait important de rappeler que cette recherche n'a pas comme objectif de représenter tous les enseignants, mais bien d'avoir des cas explicatifs. Je ne cherche pas à tirer des conclusions sur l'ensemble des enseignants. Je veux plutôt observer des caractéristiques de ces cas et discuter de ce qui est observé. Ceci me semble d'autant plus vrai que les cas que j'ai eu la chance d'étudier me paraissent assez particuliers. En effet, non seulement ces enseignants ont accepté de participer à une étude, mais en plus, ils ont accepté de le faire durant leurs vacances d'été. J'estime donc que ces enseignants avaient un degré de motivation élevé ainsi qu'une grande

envie de partager leurs pratiques qu'on ne retrouve pas chez tous les enseignants en vacances.

De plus, sans connaître le nombre exact d'enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation, je me permets de penser qu'ils sont peu nombreux. Bien que j'aie réussi à trouver rapidement des volontaires, le nombre de réponses que j'ai reçues était bien petit. L'apparition des écoles où les appareils technologiques sont accessibles à chaque élève est assez récente. Les évaluations nationales ne permettent pas de technologie autre que la calculatrice. Ces faits ne favorisent pas l'émergence de beaucoup d'enseignants permettant la technologie en contexte d'évaluation.

Sachant maintenant que ces enseignants sont des cas particuliers, il faut bien s'assurer de ne pas conclure qu'ils représentent tous les enseignants du Québec. Par exemple, si le Ministère de l'Éducation se basait sur cette recherche pour affirmer que tous les enseignants de mathématiques permettent l'utilisation de la technologie en contexte d'évaluation, il serait dans l'erreur. De la même façon, on ne peut pas sous-entendre que tous les enseignants seraient enthousiastes à ce que la présence de la technologie dans les évaluations augmente.

L'intégration de différents domaines mathématiques au sein d'une même tâche n'a pu être observée à plusieurs reprises. Les enseignants m'ont remis une évaluation qui ne touchait qu'un domaine mathématique tout simplement parce qu'ils venaient de faire l'apprentissage de ce domaine mathématique. Avec une évaluation récapitulative, la situation aurait peut-être été différente. Tout au long de cette recherche, je me suis beaucoup intéressé aux caractéristiques des tâches où la technologie est permise en contexte d'évaluation. Je me suis moins intéressé à ce qui est évalué, sur les façons de noter les élèves au cours de ces évaluations. Il pourrait être intéressant de poser ces questions à ces enseignants. À ce moment-ci, je ne peux pas tirer aucune conclusion sur les objectifs d'évaluation de ces enseignants, ni sur les façons de noter les élèves suite à ces évaluations. Cela me parait être une limite de cette recherche.

Aussi, peu d'enseignants ont discuté de l'influence des compétences du programme sur leurs choix de tâches dans les évaluations où la technologie est permise. Il pourrait être intéressant, dans une recherche subséquente, de s'intéresser plus précisément aux liens entre les compétences du programme et les tâches choisies par les enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation. Cette recherche ne s'y est pas intéressée de façon particulière, mais une autre recherche pourrait le faire.

# 5.5 Pistes pour la recherche.

## 5.5.1 La diversité.

Il me parait important de souligner la diversité des cas rencontrés lors de cette étude. En effet, j'ai pu observer le cas d'une enseignante au primaire et des cas d'enseignants au premier comme au deuxième cycle du secondaire. De la même façon, j'ai pu observer des cas dans plusieurs domaines mathématiques, que ce soit l'arithmétique, l'algèbre, la géométrie ou les probabilités. J'ai aussi pu voir des cas où la technologie est utilisée comme outil de communication, comme outil de calcul, comme outil pour observer une conjecture, comme outil de validation. Concernant les

rôles de la technologie, cette recherche s'est centrée sur la place qu'occupe une technologie dans l'exécution d'une tâche. Cela pourrait être intéressant de regarder le rôle de la technologie plutôt dans un autre sens. On pourrait donc aller observer si la technologie joue un rôle de communication, de calcul, de validation, de créatrice de conjecture ou tout autre rôle. Toujours en diversité, j'ai pu me rendre compte que la technologie était parfois optionnelle et d'autres fois obligatoire. Tout cela montre qu'il n'y a pas qu'une façon de permettre la technologie en contexte d'évaluation.

Cette diversité des situations que je peux observer avec seulement six cas d'enseignants a des avantages. La richesse observée dans cette recherche me fait croire que les enseignants peuvent créer une grande diversité de tâches où la technologie est permise. Ceux-ci peuvent innover dans plusieurs directions afin de créer de nouvelles évaluations. Par contre, pour un responsable d'une évaluation nationale qui voudrait créer des évaluations qui s'adressent à tous les élèves d'une province ou d'un pays, la tâche s'annonce complexe. Déjà avec six cas, il est difficile de tirer des conclusions sur des caractéristiques propres aux évaluations permettant la technologie. Kim soulignait qu'une des raisons pour lesquelles il pourrait être rebutant pour le Ministère de l'Éducation de permettre la technologie en contexte d'évaluation est tout simplement la capacité à gérer des cas très différents. On peut facilement imaginer qu'à plus grande échelle il serait très difficile de s'entendre sur une évaluation commune alors que, déjà avec six cas, j'ai pu observer des situations et des évaluations très différentes. En tout cas, il faudrait très certainement s'entendre sur les objectifs d'une telle évaluation. Dans la recherche de Brown (2005), les responsables de l'évaluation avaient tant de liberté dans la conception de l'évaluation avec la technologie qu'ils avaient choisi de limiter la place de la technologie dans l'évaluation. Cela me fait croire qu'il faut établir des objectifs clairs et qu'il faut que les gens qui participent à l'élaboration d'une telle évaluation participent aussi à l'établissement des objectifs. Comment bâtir une évaluation nationale dans un tel contexte? Avec quels objectifs? Avec quel type de tâches? Est-ce que l'arrivée des possibilités qu'offre la technologie supprime la pertinence de bâtir une évaluation unique nationale?

Plusieurs idées me viennent en tête quant à l'apport de cette recherche sur des recherches subséquentes qui pourraient s'intéresser au même sujet, mais aussi aux enseignants qui voudraient construire des tâches d'évaluation.

#### 5.5.2 Création de tâches.

Quelques caractéristiques ont pu être définies au travers de cette recherche quant aux évaluations où la technologie est permise. Je souligne le fait qu'il a été particulièrement intéressant d'observer des tâches où la technologie est active requise. La diversité des situations présentées dans cette recherche où la technologie est active requise est inspirante. Dans la tâche de Paul, la technologie est requise pour la validation d'un calcul à la main. Dans la tâche de Félix, la technologie a un côté exploratoire qui amène l'élève à faire plusieurs essais avant de trouver la solution appropriée. J'estime que le côté exploratoire d'une tâche ainsi que l'utilisation de la technologie pour valider un calcul sont des pistes intéressantes pour la création de tâches où la technologie est active requise. Par contre, la création de tâches où la technologie est active requise n'est pas la seule piste à suivre.

Deux enseignantes ont proposé des tâches mécaniques qui semblent conçues pour vérifier si les élèves ont appris à utiliser les outils. Je pense ici à Mireille pour qui les tâches permettaient de vérifier la capacité d'utilisation de *Geogebra* et à Kim qui

forçait l'utilisation de *Word* pour vérifier la compréhension de l'écriture de phrases mathématiques avec un tel outil. Cela offre, selon moi, aux enseignants des façons simples d'aborder la technologie avec les élèves avec un premier contact sans problèmes plus complexes.

Au niveau de la recherche, il me paraitrait intéressant de placer des enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation en contact pour la construction de nouvelles tâches. J'imagine que le travail collaboratif entre ces enseignants permettrait à chacun d'entre eux d'enrichir leurs tâches en plus de leur donner des idées de nouvelles tâches. Les chercheurs pourraient alors s'intéresser à ce qui émerge de ces discussions. Quelles caractéristiques ressortiront de ces discussions? Le regroupement de ces enseignants qui ont une grande motivation à construire des tâches où la technologie est permise serait une belle occasion de discuter d'évaluation nationale. Ces enseignants croient-ils pertinent de créer une évaluation nationale permettant la technologie? Sont-ils capables de s'entendre sur son contenu ou sur des caractéristiques qu'ils aimeraient observer dans une telle évaluation?

## 5.5.3 Observation de caractéristiques émergentes.

Au début de la recherche, j'ai choisi des caractéristiques que je voulais observer dans les évaluations où la technologie est permise. J'étais aussi à la recherche de caractéristiques émergentes. Il pourrait être pertinent d'aller voir comment les élèves apprennent au cours de l'évaluation comme le proposait Paul. À priori, on n'a pas tendance à voir l'évaluation comme une étape de l'apprentissage. Est-ce que la permission d'utiliser la technologie durant l'évaluation permet d'apprendre à ce moment-là?

J'ai remarqué une diminution du nombre d'évaluations dans un cadre plus formel chez Marianne. C'est le seul cas, parmi les six observés, où j'ai remarqué ce fait. De plus, de son avis et du mien, cela n'était pas directement lié à la permission de la technologie durant l'évaluation, mais plutôt à son approche pédagogique face à l'évaluation. Malgré tout, il me parait pertinent d'observer comment la présence de la technologie durant les évaluations influence sur le nombre d'évaluations et sur la forme de celles-ci.

Selon Félix, les élèves trouvent que la compréhension est plus simple avec la technologie puisque la présentation est plus visuelle. Il me parait donc intéressant de voir à quel point les tâches proposées par les enseignants qui permettent la technologie en contexte d'évaluation sont visuelles. Est-ce que les tâches incluent des éléments visuels ? Est-ce qu'elles exigent de l'observation d'éléments visuels ? Ce sont des caractéristiques qui pourraient être intéressantes à observer dans des recherches futures.

Finalement, Kim utilise la technologie en évaluation comme un outil de communication. En effet, les élèves doivent démontrer qu'ils savent respecter la priorité des opérations en écrivant des chaînes d'opération avec *Word*. Il pourrait dorénavant être intéressant d'observer à quel point les tâches où la technologie est permise sont des tâches où la communication joue un rôle important.

En résumé, j'ai observé dans cette recherche des caractéristiques que je n'avais pas identifiées au départ. Maintenant qu'elles ont été identifiées dans au moins un cas, de futures recherches pourraient tenter d'observer ces caractéristiques chez d'autres

enseignants, mais aussi de comprendre le rationnel derrière ces caractéristiques. Cela me semble d'autant plus pertinent que ces caractéristiques existent dans les recherches concernant l'apprentissage et l'enseignement des mathématiques à l'aide de la technologie. La cohérence entre ces recherches et la mienne mérite d'être remarquée. De plus, ces recherches déjà existantes peuvent, selon moi, fournir plusieurs exemples de tâches pouvant servir en contexte d'évaluation. Il pourrait aussi être intéressant d'aller voir le potentiel de ces recherches pour la création de nouvelles tâches d'évaluation.

## 5.5.4 Impacts sur l'enseignant et le chercheur que je suis.

Au-delà des retombées pour la recherche et pour la communauté enseignante, i'estime que cette recherche m'a permis personnellement de me questionner sur mes pratiques enseignantes et sur mon avenir en recherche. Par exemple, avec mes collègues, nous avons décidé d'étudier la possibilité d'évaluer au jour le jour les compétences des élèves, un peu comme Marianne le fait. Aussi, durant ma première expérience d'évaluation où la technologie était permise, je n'avais imaginé que des tâches interprétatives et constructives. Cette recherche m'a permis de me rendre qu'il est possible d'imaginer des tâches mécaniques tout aussi intéressantes. Cela permet d'apprendre à se servir des outils. Un autre impact de cette recherche sur ma pratique enseignante se trouve au niveau d'idées plus concrètes dans la conception de tâches. Quand je créerai d'autres tâches où la technologie est permise, j'explorerai la possibilité d'y insérer des tâches de validation et des tâches où les élèves doivent émettre une conjecture. Je ne sais pas si j'y arriverai, mais c'est définitivement une piste que j'ai dorénavant envie d'explorer. Sans être directement relié au contenu de cette recherche, j'ai déjà changé un élément de ma pratique. Kim m'a montré une façon pour les élèves de remettre des travaux avec un outil qui existe à mon école,

Pluriportail. J'ai adapté ce qu'elle fait à ma réalité. Aujourd'hui, je demande à mes élèves de me remettre chacun de leurs travaux sur un outil semblable. Je cherchais une manière de faire cela et Kim m'a donné une solution rapide. Sur une note plus émotive, je dois dire que les six enseignants que j'ai rencontrés m'ont démontré un enthousiasme débordant. Cet enthousiasme, que j'ai pu observer à la fin de l'année scolaire, au début des vacances scolaires a augmenté mon optimisme face à mon métier. Ces enseignants étaient enthousiastes en me parlant de leurs évaluations, de leurs élèves, de la place de la technologie en éducation, de leurs projets. Chacune de ces rencontres a été une bouffée d'air frais avant le début de mon année scolaire.

Avant de faire cette recherche, j'avoue que je croyais ne jamais être capable de faire une recherche. Jamais je n'avais tenté un projet intellectuel à si long terme. Je suis, non seulement satisfait d'avoir eu le courage de commencer la recherche, mais aussi d'avoir eu la persévérance de la poursuivre. Les réflexions que m'a apportées la recherche me forcent à croire que les recherches sont d'excellentes façons d'apprendre. Et le plus beau? C'est que j'ai encore envie d'apprendre.

# ANNEXE A ÉVALUATION DE MIREILLE

(3)	1.	(GEOGEBRA) Déterminez : - le centre O (dans le fichier Geogebra);
<b>.</b> <i>y</i>		- l'angle de rotation :;
		- le sens de la rotation donnée :
	2.	(GEOGEBRA) Effectuez les transformations données et laissez les traces de construction.
(3)		a) Translation du triangle HMK
(3)		b) Réflexion du quadrilatère DEFG
(3)		c) Rotation du triangle PQR de -65° de centre W
(2)	3.	(GEOGEBRA) La transformation qui permet d'associer la figure initiale STU à la figure S'TU' est
		une translation. Tracez la flèche de translation partant du point Z.
(2)	4.	(GEOGEBRA) Trouvez l'axe de réflexion permettant de créer la figure image de la figure initiale.
(1)	5.	(GEOGERRA) Tracez torre les aves de symétrie du nobrance donné

a) Associez chaque figure image avec le bon vecteur de translation.

1) Figure image (a):

2) Figure image (b):

4) Figure image (b):

5) Indiquez toutes les flèches de translation :

Dans chaque cas suivant, donnez une rotation de même centre et équivalente à celle qui est

a) Rotation de 79° dans le sens antihoraire :

b) Rotation de +30°:

(4)

(3)

7.

(2)

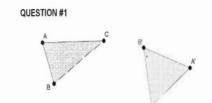
1) de même direction :

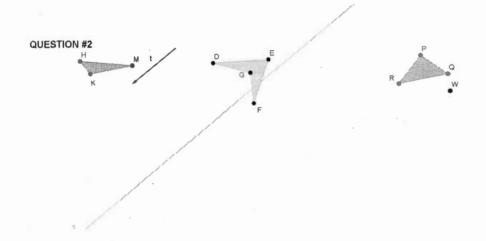
3) de même longueur :

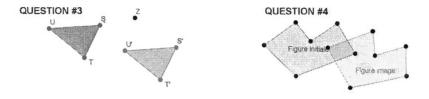
2) de même sens :

indiquée.

	8.	La pointe de la flèche d'une translation	! indique:
(2)		a) le sens de la translation;	b) l'orientation de la translation;
<b>4</b> -#		c) la direction de la translation;	d) la longueur de la translation.
	9.		ier la figure initiale ABC à la figure A'B'C'?
		a) Une translation.	Å F
(2)		b) Une rotation.	
		c) Une réflexion.	
		d) Aucune de ces réponses.	c A B A'
	10.	Parmi les 4 affirmations suivantes, lac	male est fancea?
		a) Un camé a 4 axes de symétrie.	
		b) Une rotation de -180° équivaut à un	e rotation de +180°
(2)			seulement si tous les angles homologues
		•	n géométrique qui équivaut au glissement
	11.	Yasmine joue à un jeu de société. Po du numéro où avancer son pion, elle roulette. La flèche indique le numéro elle doit déplacer son pion.	fait tourner une
		smine fait tourner la roulette. Sur quel nun rrêtera-t-elle si elle effectue une rotation d	3 / . 3   / . 3
(3)	a) +	b)-	1230*
	c) 7	'25° dans le sens horaire :	·







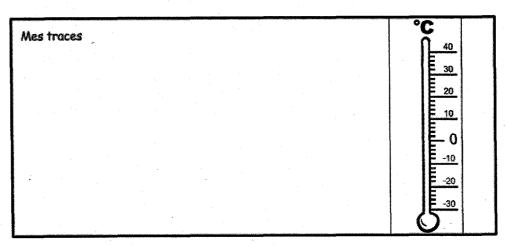
## QUESTION #5



## ANNEXE B

# **ÉVALUATION DE MARIANNE**

1. Hier, il faisait 8°C. Aujourd'hui, il fait -6°C. Quel est l'écart de température entre ces deux journées?



Réponse complète : L'écart de température est de \_\_\_\_\_\_

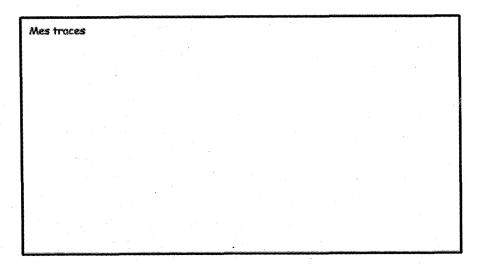
2. Charles-Étienne joue aux billes avec 2 de ses amis à la récréation. S'il distribue 2 sacs de 36 billes entre lui et ses amis, combien de billes chaque joueur recevra-t-il?

Mes traces	

Réponse complète : Chaque joueur recevra \_\_\_\_\_billes.

toria devra remplir Dans la classe de 30 élève voirs. Combien d'élèves ne	paniers. s de M. Benoit, les % des l'ont pas fait?	s étudiants on	t fait leurs
Dans la classe de 30 élève	s de M. Benoît, les % des	s étudiants on	t fait leurs
Dans la classe de 30 élève	s de M. Benoît, les % des	s étudiants on	t fait leurs
Dans la classe de 30 élève oirs. Combien d'élèves ne	s de M. Benoît, les % des	s étudiants on	t fait leurs
Dans la classe de 30 élève oirs. Combien d'élèves ne	s de M. Benoît, les % des	s étudiants on	t fait leurs
Dans la classe de 30 élève oirs. Combien d'élèves ne	s de M. Benoît, les % des	s étudiants on	t fait leurs
Dans la classe de 30 élève oirs. Combien d'élèves ne	s de M. Benoît, les % des	s étudiants on	t fait leurs
Dans la classe de 30 élève oirs. Combien d'élèves ne	s de M. Benoît, les % des	s étudiants on	t fait leurs

- 5. La classe de Juliette accumule des cubes énergie. Aide-les à calculer le bon nombre selon les consignes.
- a) Durant la fin de semaine, les élèves de la classe de Juliette accumulent ensemble 321 cubes énergie par jour. Combien la classe a-t-elle accumulé de cubes énergie pour ces deux journées?



Réponse complète : Durant la fin de semaine, la classe a accumulé \_\_\_\_ cubes.

- b) Voici le nombre de cubes accumulés par les enfants de la classe cette semaine.
  - Le lundi, les élèves de la classe accumulent 34 cubes.
  - Le mardi, ils amassent le triple des cubes du lundi.
  - Le mercredi, ils accumulent la moitié du mardi.
  - Le jeudi et le vendredi, ils amassent 30 cubes pour chacune des journées.

Mes traces							
							ſ
		otenu en tout	lors des	journées c	l'école	? Ils o	nt
enu	_cubes	otenu en tout obtenu en to					
enu	_cubes						
enu	_cubes						
enu	_cubes						
enu Combien de c	_cubes						

#### ANNEXE C

## **ÉVALUATION DE PAUL**



Durant la première moitié de l'année, vous avez appris plusieurs fonctions mathématiques qui permettent de modéliser une situation. Il est maintenant temps de mettre toutes ces nouvelles connaissances à profit avec le défi suivant : tenter de modéliser un logo à l'aide de fonctions mathématiques !!!

En effet, lorsqu'une entreprise désire programmer l'ordinateur d'une chaîne de montage afin qu'il reproduise une pièce usinée ou qu'il découpe dans l'acier un morceau, on ne peut pas lui dire « fait la même chose!!». Chaque segment doit être dicté, chaque sommet doit être identifié, chaque courbe doit être informatisée...Un bon exemple est un logiciel de dessin industriel (AUTOCAD). Pour vous, il ne s'agit que de formes prédéfinies qui peuvent être modifiées à souhait. Mais en réalité il s'agit pour chacune de fonctions mathématiques dont on modifie les paramètres à l'aide du déplacement de la souris.

#### Votre défi consiste donc à :

- choisir un logo qui peut être modélisé à l'aide d'au moins 6 fonctions et le représenter sur un papier quadrillé.
- Identifier tous les sommets critiques du logo, c.-à-d. tous les points où l'allure du logo change de nature.
- 3. modéliser chaque trait, ligne et courbe par une des fonctions suivantes :

fonction constante fonction linéaire fonction quadratique fonction valeur absolue fonction racine carrée fonction rationnelle

\*il existe d'autres fonctions qui pourront être utilisées en bonus (voir annexe)\*

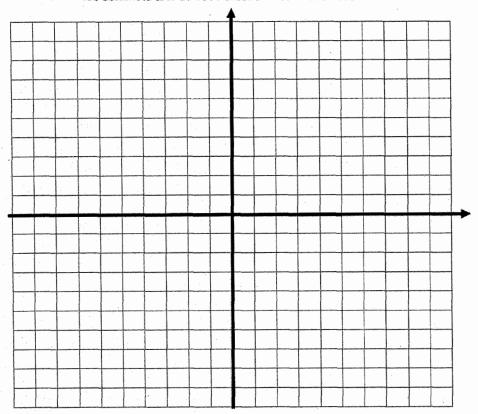
- identifier la nature, la règle et le domaine de chaque fonction. (démarches exigées pour chaque règle trouvée)
- la programmation se fera à l'aide du logiciel GeoGebra. (www.geogebra.org)
- vous serez évalués sur la similitude entre votre programmation et le logo original.

1- Choix du logo	1
------------------	---

Apposer l'image initiale ici

# 2- Représentation graphique

\* n'oubliez pas d'identifier la graduation des axes et de numéroter les fonctions et les sommets afin de vous aider à mieux vous situer...\*



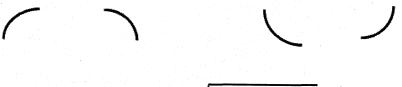
# 3- Identification des sommets critiques

sommet A:	sommet G:		Sommet N:
		•	
sommet B:	sommet H:		Sommet P:
sommet C:	sommet J:		Sommet Q:
		•	
sommet D:	sommet K:		Sommet R:
**************************************			
sommet E:	Sommet L:	•	Sommet S:
	The state of the s		AND THE PROPERTY OF THE PROPER
sommet F:	Sommet M:		Sommet T:
***************************************			

# 3- Identification des fonctions

	type fonction 1:	<del> </del>
équation : Démarches :		domaine :
	type fonction 2:	
équation : Démarches :		domaine :
	type fonction 3:	
équation : Démarches :		domaine :
	type fonction 4:	
équation :	AND THE PROPERTY OF THE PROPER	domaine :

a) modélisation d'une courbe circulaire (rayon symétrique)



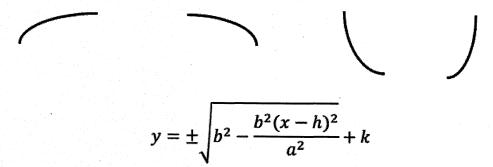
$$y = \pm \sqrt{r^2 - (x - h)^2} + k$$

Où (h,k): centre du cercle

r: rayon du cercle

N.B : la partie positive est la section supérieure du cercle et la partie négative est la section inférieure du cercle.

b) modélisation d'une courbe ellipsoïdale (rayon variable)



Où (h,k): centre de l'ellipse

a: rayon horizontal

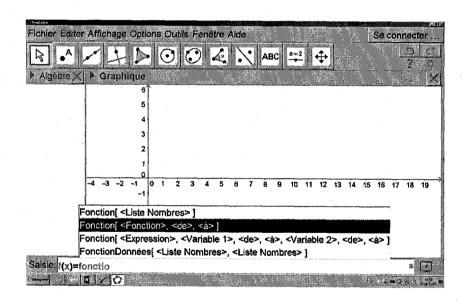
b: rayon vertical

N.B : la partie positive est la section supérieure de l'ellipse et la partie négative est la section inférieure de l'ellipse.

- a) définir une fonction avec domaine restreint dans geogebra
- 1- dans le champ de saisie, nommer une fonction ex : f(x) =, bb(x), ...
- 2- taper Fonction et choisir l'option :

## Fonction|<Fonction>,<de>, <a>|

- 3- dans la partie < Fonction>, insérer votre fonction (inutile d'écrire y= ou f(x)=)
- 4- la section <de> permet de déterminer la borne inférieure du domaine et la section <à> la borne supérieure du domaine.
- 5- il est possible de naviguer entre chaque section à l'aide des curseurs de déplacement < et > sur votre clavier.
- 6- vous pouvez ensuite aller dans les propriétés de la fonction pour enlever l'étiquette, modifier la couleur ou l'épaisseur du trait et même certains paramètres de la fonction.



## ANNEXE D

# **ÉVALUATION D'ANNABELLE**

Maximise tes profits!			
Tu décides de te lancer dans le monde des affaires ! T	u ouvres t	on propr	e magasin
de location de films et de jeux vidéos.			
1. Crée ton propre titre du magasin:			
			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·

En vue de maximiser tes profits pour le mois suivant, tu dois établir un plan.

2. Tout d'abord, tu dois décider les heures de travail du personnel.

Tu effectueras des heures en magasin et tu décides d'embaucher un employé. Tu dois maintenant distribuer les heures entre vous en respectant les contraintes suivantes:

✓ Ton magasin est ouvert 7 jours, de 9am à 9pm. (Il doit toujours y avoir au moins une personne au magasin pendant les heures d'ouverture.)

- ✓ Pour rester en bonne santé, ta famille ne te permet pas de travailler plus de 50 heures.
- ✓ Cependant, tu aimerais tout de même travailler plus d'heures que ton employé.
- ✓ Tu ne peux pas embaucher d'employé sérieux sans lui offrir au moins
   30 heures de travail par semaine.
- ✓ Par contre, tu ne veux pas lui payer du temps supplémentaires, alors tu ne veux pas lui faire travailler au-delà de 40 heures.

Maintenant, tu dois décider le taux horaire que tu attribues pour chacun:

Toi-même:	
Employé:	
D'après les informations précédentes, détermine les variables à considé	erer:

X:	
<b>Y:</b>	
	and the American
Maintenant, détermine la foi	nction a optimiser:
Z=	
Établis la liste de contraintes	de ton problème:
나이를 잃어서 살게 싫어했다.	

Reproduis ton polygone de contrainte à l'aide de Geogebra:

	ve les sommets de ton polygone de contrainte:
. 이 명보를 하는데 이 이 보다. 일반의 이 보고를 다 살았다.	
	마시아 그들은 사용을 통해 가장 하는 것이 되었다. 강한 100명 : 1
	44
	사용 경기 (1985년) 1987년 - 1987년
- 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1.	
	경기 경기 등 경
	사용 수 있는 사람들이 되었다. 사용사용 사용 사용자 기계를 보고 있는 것이 되었다.
	가는 사용하는 사용하는 것이 되어 있다. 그는 사용하는 것이 되었다. 그는 것이 되었다. 그는 것이 되었다. 1일 사용하는 것이 되었다. 그는 것이 되었다. 1일 사용하는 것이 되었다. 그는 것이 되었다.

3. Tu possèdes déjà une banque de produits. Pour le premier mois, tu décides d'apprivoiser 10 nouveaux produits. Maintenant, c'est le temps de les choisir! Une liste de produits et leur coût est fournie en annexe par l'enseignant.

Titre	Types: (Films ou jeux vidéo)	Coûts d'apprivoisement					

-ilms:	
leux vidéo:	
En prenant o	c'est le temps d'établir les objectifs de vente par mois ! en compte le montant à débourser pour les salaires et le coût nnement des produits, établis ta fonction à optimiser.

Selon une étude de marché, tu possèdes les informations suivantes:

- ✓ Les consommateurs ont tendance à louer au moins deux fois plus de films que de jeux vidéo.
- ✓ Ton inventaire ne te permet pas d'effectuer plus de 1200 locations.
- ✓ Une promotion te garantie une location minimale de 500 films par mois.

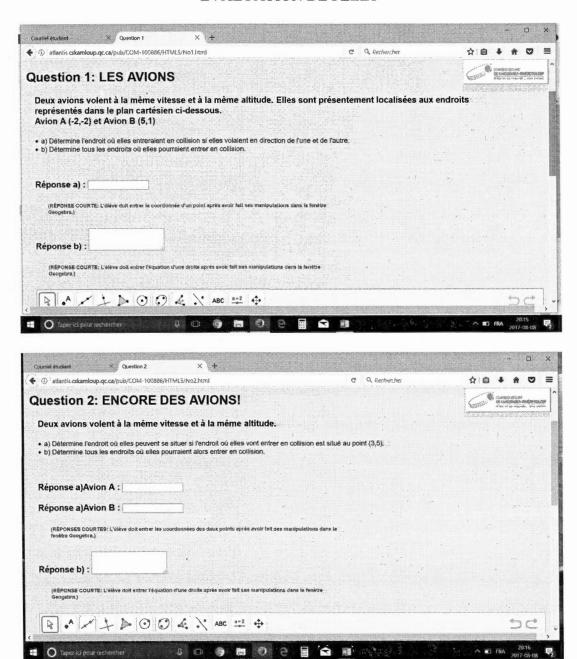
idéo devrais-tı	effectuer ?)	
		-
	가게 되었다. 글라고의 개통로 가장 가장 모임한 이 사람이 경영한 기가 집에도 발생하는 경영한 기가 되었다. 그는 그는 그는 것이 되었다.	
	사용하는 1960년 1일 전 1일	
	호텔 전 경험 전 경기 (1985년 - 1985년 - 전화 전 경험 전 경험 (1985년 - 1985년 -	
	교회 교육 경험 경험 교육 보다. 	
	경영 경영 (1985년 - 1985년 - 1984년 - 1985년	
	사람들은 사용하는 것이 되었다. 사용하는 사용하는 것이 되었다. 사용하는 사용하는 것이 있는 것이 되었다.	
	사용 경우 경우 경우 경우 경우 경우 경우 전 경우 보고 있다. 그런 그는	

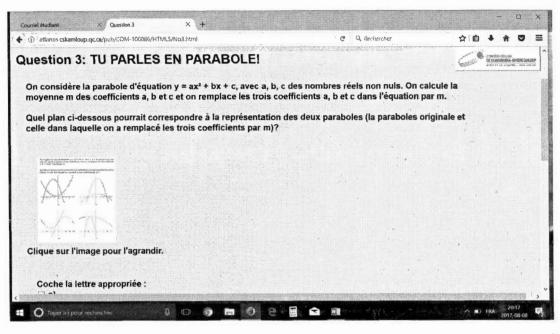
	<u> </u>
[대체기자 병기 기를 되는 [2] [4]	
[[[[ [ [ [ [ [ [ [ [ [ [ [ [ [ [ [ [ [	
[1일] 이번 많은 뜻이 나오라면 하고 되었다.	
기존 경우 발생님이 이렇게 하지만 했다.	
	H. 하다 마음에 다른 사는 이 그들은 사는 그리는 그는 것으로 보다.
	그렇게 가게 하는 것이 없는 아이는 아이는 그는 것이 없는 것이 없다.
	보이라면 있는 사람이 있다. 경영화 중요한 사람이 있는 것이 되었다.
	: <sup>20</sup>
[[[[[] [[] [] [] [] [] [] [] [] [] [] []	사이트 경우 (1) 유지를 하는 것이 되는 것이다.
: [1] [1] [1] [1] [2] [2] [2] [2] [2] [2] [2] [2] [2] [2	
	있다. 유민들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람
	세계 교육 시간 전 시간 시간 기계
Land to the state of the state	<u>aankeen kaan ka manda ka ka</u>

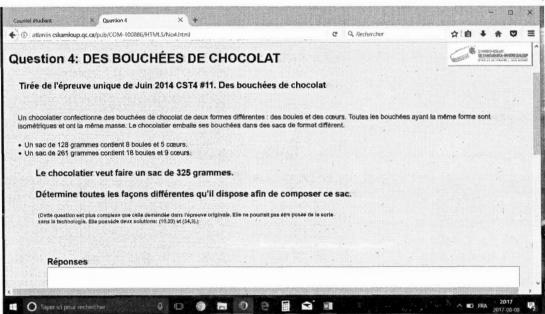
	_		 			 _			 		- 1			Ż.	93										
								「																	(1) おおいない はいかん かいじゅんい

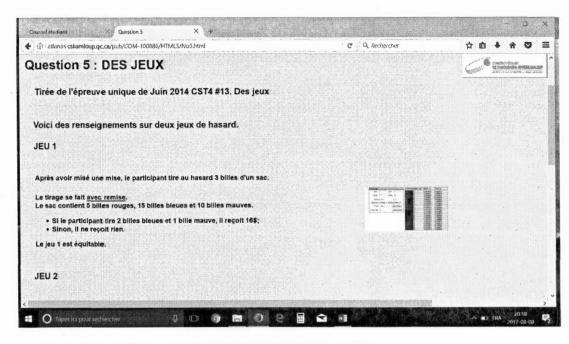
#### ANNEXE E

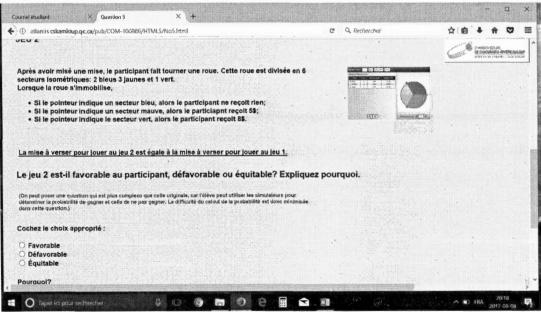
# **ÉVALUATION DE FÉLIX**

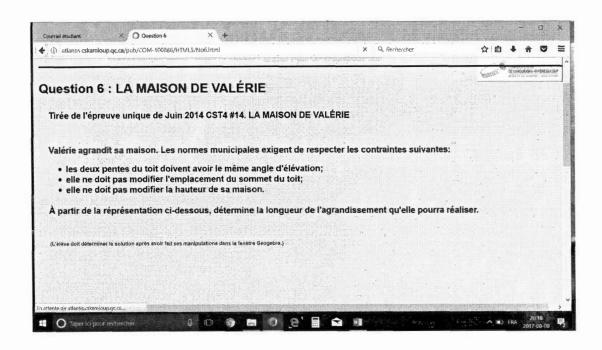












# ANNEXE F ÉVALUATION DE KIM

# Les probabilités

- Écoute les deux petites vidéos : <u>Les probabilités</u>
   <u>Opérations sur les fractions</u>
- 2) Placez-vous en équipe de deux
- 3) Un des deux joueurs créé un nouveau fichier GoogleDoc et le partage avec SON PARTENAIRE ET MC Renommez-le fichier en l'appelant par vos Nom de famille suivi de Probabilité. Exemple : Poulin\_Jobin\_Probabilité
- Un des deux joueurs copie le tableau de l'étape D) et les 3 questions de l'étape E) ci-dessous et les colle dans le nouveau document GoogleDoc.
- A) On t'attribue tout d'abord un Pokémon! Pige dans la boite et la couleur obtenue te dira avec quel Pokémon tu joueras.

Rouge: Charmander Vert: Bulbuzaur Bleu: Squirtle Jaune: Pikachu

- B) Viens à l'avant chercher les attaques propres à ton Pokemon.
- C) Voici le déroulement de la partie!
  - · Chaque Pokémon débute avec 300 points de vie.
  - Le joueur 1 est déterminé par le plus haut résultat obtenu en lançant le <u>dé</u>.
  - Chaque combat permettra au joueur 1 et au joueur 2 d'attaquer à tour de rôle. On effectuera les combats jusqu'à ce qu'un des Pokémons n'ait plus de points de vie. Le Pokémon qui aura encore des points de vie sera couronné gagnant!

#### Combat 1

Joueur 1 : Le joueur 1 pige une carte. Il s'agit de l'attaque qu'il effectuera. Sur la carte, il doit sélectionner la probabilité que l'attaque réussisse en fonction du Pokémon qu'il affronte.

Les deux joueurs effectuent, dans Word, avec l'outil Équation, les calculs leur permettant d'obtenir le pourcentage de probabilité de réussite de l'attaque. Vous déposez la capture d'écran du calcul dans le tableau.

Les deux joueurs construisent ensemble la <u>roue de probabilité</u>. Un des deux joueurs prend une capture d'écran et la dépose dans le tableau ci-dessous.

Le joueur 1 appuie sur spin et le secteur résultant indiquera si l'attaque a réussi ou non. Le joueur 1 devra l'indiquer dans le tableau.

Si l'attaque a réussí, le joueur 2 perd le nombre de points de vie indiqués sur la carte. Sinon, les points de vie restent les mêmes.

REMPLIR LE TABLEAU ET LAISSER LES TRACES DES CALCULS. Pour être le plus clairs possibles, vos calculs doivent être faits dans Word avec l'outil Équation. Vous prendrez une capture d'écran et la glisserez dans le tableau.

Joueur 2 : Le joueur 2 pige une carte. Il s'agit de l'attaque qu'il effectuera. Sur la carte, il doit sélectionner la probabilité que l'attaque réussisse en fonction du Pokémon qu'il affronte.

Les deux joueurs effectuent, dans Word, avec l'outil équation, les calculs leur permettant d'obtenir le pourcentage de probabilité de réussite de l'attaque. Vous déposez la capture d'écran du calcul dans le tableau.

Les deux joueurs construisent ensemble la <u>roue de probabilité</u>.
Un des deux joueurs prend une capture d'écran et la dépose dans le tableau ci-dessous.

Le joueur 2 appuie sur spin et le secteur résultant indiquera si l'attaque a réussi ou non. Le joueur 2 devra l'indiquer dans le tableau.

Si l'attaque a réussi, le joueur 1 perd le nombre de points de vie indiqués sur la carte. Sinon, les points de vie restent les mêmes.

REMPLIR LE TABLEAU ET LAISSER LES TRACES DES CALCULS. Pour être le plus clairs possibles, vos calculs doivent être faits dans Word avec l'outil Équation. Vous prendrez une capture d'écran et la glisserez dans le tableau.

D) Indiquez, dans la case en haut à gauche, le Pokémon de chaque joueur. Pour chacun des combats, vous devrez remplir le tableau suivant :

Pokemon Joueur 1 : Pokemon Joueur 2 :	Attaque pigée (indique aussi la réponse de la probabilité de réussite contre le joueur adverse)	Probabilité de réussite EN POURCEN TAGE (capture d'écran des calculs effectués dans Word)	Capture d'écran de la roue	Attaque réussie OUI ou NON	Points de vie joueur 1	Points de vie joueur 2
***				WHY A WAT	300	300
Combat 1 Attaque Joueur 1						
Combat 1 Attaque Joueur 2						
Combat 2 Attaque Joueur 1						
Combat 2 Attaque Joueur 2						
Combat 3 Attaque Joueur 1						
Combat 3 Attaque Joueur 2						
Combat 4 Attaque Joueur 1						
Combat 4 Attaque Joueur 2						
Combat 5 Attaque Joueur 1						
Combat 5 Attaque Joueur 2						
Combat 6 Attaque Joueur 1						
Combat 6						

Attaque Joueur 2				
Combat 7 Attaque Joueur 1	· ·		-	
Combat 7 Attaque Joueur 2				
Combat 8 Attaque Joueur 1				,
Combat 8 Atlaque Joueur 2				
Combat 9 Attaque Joueur 1				
Combat 9 Attaque Joueur 2				

E) En équipe, vous répondrez aux 3 questions suivantes. Soignez votre français! Vous copierez les questions ainsi que vos réponses à la suite de votre propre GoogleDoc.

- Quelle doit être la somme de toutes les probabilités d'un événement si nous désirons que le jeu soit équitable ? Donnez votre réponse en pourcentage et en nombre décimal.
- 2) J'ai mis mon nom 1 fois dans une boîte contenant 50 noms. J'ai 2% de chance de piger mon nom. Le tirage se déroule comme suit : On tire un nom et cette personne est gagnante.

Est-ce que cela signifie qu'en effectuant 100 fois ce tirage d'un seul nom, il est certain que mon nom sortira 2 fois ? Explique ta réponse en utilisant les termes probabilités théoriques et expérimentales, soit précis I Ta réponse devra également expliquer ce que représente la fraction d'une probabilité.

3) J'ai mis 10 billes dans un chapeau. 3 sont jaunes et les autres sont noires. Détermine la probabilité que je pige une bille noire dans ce chapeau. Donne la probabilité sous la forme d'une fraction, d'un pourcentage et d'un nombre décimal.



Ember : Inflige des dommages pour 40 points de vie si elle est réussie.

Probabilité de réussite de l'attaque :

Contre Squirtle  $\rightarrow \frac{884}{6800}$ Contre Bulbasaur  $\rightarrow \frac{817}{860}$ Contre Pikachu  $\rightarrow \frac{3738}{8900}$ 



FireFang: Inflige des dommages pour 65 points de vie si elle est réussie.

Probabilité de réussite de l'attaque : Contre Squirtle → 0,07

Contre Bulbasaur → 0,46

Contre Pikachu → 0,23



FlameThrower: Inflige des dommages pour 90 points de vie si elle est réussie.

Probabilité de réussite de l'attaque :

Contre Squirtle → 4% + 0,09

Contre Bulbasaur → 0,78 - 23%

Contre Pikachu  $\rightarrow 0.52 - \frac{18}{60}$ 



FlameBurst: Inflige des dommages pour 70 points de vie si elle est réussie.

Probabilité de réussite de l'attaque : Contre Squirtle → vingt-huit millièmes

Contre Bulbasaur → sept dixièmes

Contre Pikachu → quatre- cent-tente millièmes



Scratch : Inflige des dommages pour 30 points de vie si elle est réussie.

Probabilité de réussite de l'attaque :

Contre Squirtle  $\rightarrow \frac{3}{100} + \frac{1}{5} + \frac{2}{25}$ Contre Bulbasaur  $\rightarrow \frac{3}{100} + \frac{1}{5} + \frac{2}{25}$ Contre Pikachu  $\rightarrow \frac{3}{100} + \frac{1}{5} + \frac{2}{25}$ 



Scratch: Inflige des dommages pour 40 points de vie si elle est réussie.

Probabilité de réussite de l'attaque :

Contre Squirtle  $\rightarrow 1 - \frac{14}{25}$ Contre Bulbasaur  $\rightarrow 1 - \frac{14}{25}$ Contre Pikachu  $\rightarrow 1 - \frac{14}{25}$ 



Scratch : Inflige des dommages pour 50 points de vie si elle est réussie. Probabilité de réussite de l'attaque : Contre Squirtle  $\rightarrow \frac{9}{18} \times \frac{3}{8} \times \frac{500}{625} \div \frac{17}{34}$ Contre Bulbasaur  $\rightarrow \frac{9}{18} \times \frac{3}{8} \times \frac{500}{625} \div \frac{17}{34}$ Contre Pikachu  $\rightarrow \frac{9}{18} \times \frac{3}{8} \times \frac{500}{625} \div \frac{17}{34}$ 



VineWhip: Inflige des dommages pour 45 points de vie si elle est réussie.

Probabilité de réussite de l'attaque :

Contre Squirtle → =

Contre Charmander  $\rightarrow \frac{4}{5}$ Contre Pikachu  $\rightarrow \frac{13}{20}$ 



RazorLeaf : Inflige des dommages pour 55 points de vie si elle est réussie.

Probabilité de réussite de l'attaque : Contre Squirtle → 0,79

Contre Charmander → 0,42

Contre Pikachu → 0,63



SeedBomb: Inflige des dommages pour 80 points de vie si elle est réussie.

Probabilité de réussite de l'attaque : Contre Squirtle → 0,96 - 23%

Contre Charmander → 2% + 0,34

Contre Pikachu  $\rightarrow$  0,64 -  $\frac{3}{20}$ 



EnergyBall: Inflige des dommages pour 90 points de vie si elle est réussie. Probabilité de réussite de l'attaque : Contre Squirtle → cinq-cent-trente millièmes

Contre Charmander → vingt-quatre centièmes Contre Pikachu → trois-milles-deux-cent dix-millièmes



Tackle: Inflige des dommages pour 30 points de vie si elle est réussie.

Probabilité de réussite de l'attaque : Contre Squirtle  $\rightarrow \frac{7}{10} + \frac{2}{25}$ Contre Charmander  $\rightarrow \frac{3}{5} + \frac{90}{1000}$ Contre Pikachu  $\rightarrow \frac{0.5}{1} + \frac{1}{50}$ 



Tackle: Inflige des dommages pour 40 points de vie si elle est réussie.

Probabilité de réussite de l'attaque : Contre Squirtle  $\rightarrow 1 - \frac{1}{5}$ 

Contre Charmander  $\rightarrow 1 - \frac{6}{25}$ Contre Pikachu  $\rightarrow 1 - \frac{8}{25}$ 



Tackle: Inflige des dommages pour 50 points de vie si elle est réussie.

Probabilité de réussite de l'attaque : Contre Squirtle  $\rightarrow \frac{8}{20} x \frac{9}{15} x \frac{22}{2} \div \frac{56}{14}$ Contre Charmander  $\rightarrow \frac{8}{20} x \frac{9}{15} x \frac{22}{2} \div \frac{56}{14}$ 

Contre Pikachu  $\to \frac{8}{20} \times \frac{9}{15} \times \frac{22}{2} + \frac{56}{14}$ 

#### **BIBLIOGRAPHIE**

Artigue, M. (2002), International Journal of Computers for Mathematical Learning 7: 245.

Artigue, M et Gueudet, G. (2008) Ressources en ligne et enseignement des mathématiques. Université d'été de Saint-Flour "Quelle place pour l'enseignement des mathématiques ?", 2008, Saint-Flour, France.

Baron, G.-L. (2001). L'institution scolaire confrontée aux TIC, Sciences humaines, hors-série, (32), 48-53.

Brown, R. (2005). The Impact of the introduction of the graphics calculator on system wide 'high stakes' end of secondary school mathematics examination, thèse de doctorat, Swinburne University of Technology.

Chevallard, Y. (1997). Familière et problématique, la figure du professeur. Recherches en didactique des mathématiques, 17 (3), 17-54.

Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. Recherches en didactique des mathématiques, 9 (2), 221-265.

Depover, C. et Strebelle A. (1996). Fondements d'un modèle d'intégration des activités liées aux nouvelles technologies de l'information dans les pratiques éducatives, dans G.-L. Baron et E. Bruillard, Informatique et éducation : regards cognitifs, pédagogiques et sociaux, Paris, INRP, 75-98.

Drijvers, P. et Doorman, M. (1997). The graphics calculator in mathematics education. The Journal of Mathematical Behaviour 14(4): 425–440.

Drivjers, P., Boon P. et Van Reeuwijk, M. (2011) Algebra and technology dans Secondary algebra education: Revisiting topics and themes and exploring the unknown, p. 179-202 Sense Publishers.

Drijvers, P. (2013). Digital technology in mathematics education: why it works (or doesn't). PNA, 8 (1), 1-20.

Drivjers, P. et Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2014) dans Encyclopedia of Mathematics Education, DOI 10.1007/978-94-007-4978-8.

Gagnon, Y. C. (2005). L'étude de cas comme méthode de recherche: guide de réalisation. PUQ.

GRMS. (2017). L'envol. L'évaluation. GRMS. (printemps-été 2016). Un sondage sur l'évaluation ministérielle. L'envol. (167), 1.

Hitt, F., & Kieran, C. (2009). Constructing knowledge via a peer interaction in a CAS environment with tasks designed from a task-technique-theory perspective.

International Journal of Computers for Mathematical Learning, 14(2), 121-152.

Hoyles, C., et Noss, R. (2003). What can digital technologies take from and bring to research in mathematics education? In J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. Leung (Eds.), Second International Handbook of Mathematics Education (Part 1; pp.323-349). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.

Laborde, C. (2007) The role and uses of technologies in mathematics classrooms: Between challenge and modus Vivendi, Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 7:1, 68-92, DOI: 10.1080/14926150709556721

Lajoie, Caroline et Bednarz, Nadine (2016). La notion de situation-problème en mathématiques au début du 21e siècle : rupture ou continuité? Revue canadienne d'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies / Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education, 16(1), p. 1-27.

Ministère de l'Éducation du Québec (2005). Cadre théorique. Curriculum de la formation initiale de base.

Ministère de l'Éducation du Québec (2006). *Programme de formation* de l'école québécoise. Éducation préscolaire enseignement primaire.

Ministère de l'Éducation du Québec (2007). *Programme de formation* de l'école québécoise. Enseignement au secondaire, 2<sup>e</sup> cycle.

Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur du Québec. (2016). Utilisation de la calculatrice dans les épreuves ministérielles de science et de mathématique. *Info-sanction* (16-17-03).

Ministère de l'éducation du Québec. (2003). Politique d'évaluation des apprentissages.

National council of teachers of mathematics (NCTM). (2017). *Algebra Tiles*. Récupéré de <a href="http://illuminations.nctm.org/Activity.aspx?id=3482">http://illuminations.nctm.org/Activity.aspx?id=3482</a>.

Perrenoud, P. (2004). Évaluer des compétences. Educateur, n° spécial, mars, 8-11.

Pountney, D., Leinbach, C., Etchells, T. (2002) The issue of appropriate assessment in the presence of a CAS. Int. J. Math. Educ. Sci. Technol. 33, No. 1, 15-36.

Ragsdale, R., Horton, S. G., Furr, P. F. (2005). Technology's Non-Neutrality: Past lessons can help guide today's classrooms, Education and Information Technologies, 10:3, 277-287.

Robert, A et Rogalski, J. (2002) Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques: Une double approche, Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 2:4, 505-528, DOI: 101 080/14 926 150 209 556 538.

Van der Maren, J. M. (2004). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Presses de l'Université de Montréal et de Boeck.

Van Reeuwijk, M. (1995). Students' knowledge of algebra. Proceedings of the 19th International Conference for the Psychology of Mathematics Education. pp. 135–160.

Wiggins, G. (1989). A true test: Toward more authentic and equitable assessment. Phi Delta Kappa, 70, pp. 703-714