

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

**CONNAISSANCES MOBILISÉES DANS LES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT AU
PRIMAIRE : ÉTUDE MULTICAS MENÉE AUPRÈS D'ENSEIGNANTS
EXPLOITANT DES OUTILS NUMÉRIQUES EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE**

THÈSE PRÉSENTÉE COMME EXIGENCE PARTIELLE DU

**DOCTORAT EN ÉDUCATION À L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À
TROIS-RIVIÈRES
EN ASSOCIATION AVEC
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL**

**PAR
ALEXANDRE GAREAU**

FÉVRIER 2022

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

DOCTORAT EN ÉDUCATION (3^E CYCLE)

Direction de recherche :

Ghislain Samson, Ph. D.

Directeur de recherche

Sonia Lefebvre, Ph. D.

Codirectrice de recherche

Jury d'évaluation

Christian Dumais, Ph. D.

Président de jury

Stéphane Villeneuve, Ph. D.

Évaluateur externe

Viktor Freiman, Ph. D.

Évaluateur externe

Vincent Grenon, Ph. D.

Évaluateur externe

Thèse soutenue le 21 décembre 2021

REMERCIEMENTS

À mon directeur de recherche, Ghislain Samson, ces quelques mots ne sont qu'une infime part de toute la reconnaissance que j'ai pour toi. Je me rappelle du jour où vers la fin de mon baccalauréat, nous nous sommes rencontrés à la cafétéria et nous avons jase d'études à la maîtrise et éventuellement au doctorat. Avec toi, tout était possible. Tu m'as permis de rêver et d'accéder à un monde complètement inconnu qui m'apparaissait inaccessible. Les nombreuses discussions qu'on a eues en route m'ont tellement inspiré! Ton ouverture, ton soutien, tes conseils, ta générosité et ton savoir m'ont permis de me forger comme chercheur. Merci pour toutes ces années où tu m'as dirigé, encadré et pisté. Tu m'as toujours fait confiance et tu m'as toujours appuyé dans tous mes projets, tant professionnels que personnels. Dois-je rappeler que tu as été notre célébrant de mariage? J'ai déjà hâte qu'on jase de Bourse et d'actions! J'ai encore quelques conseils à te demander!

À ma codirectrice de recherche, Sonia Lefebvre, je tiens sincèrement à te remercier pour tout ce que tu m'as apporté. Tu as été la lumière qui m'a permis d'avancer, d'espérer et de voir qu'au final, tout est possible (une bouchée à la fois, une page à la fois). Merci pour ta confiance, tes conseils et ta rigueur. Ton expertise ainsi que ton œil avisé ont certainement contribué à la qualité de cette thèse. Rien ne passait sous ton radar. L'excellence de ton encadrement m'a permis de développer des compétences qui me seront utiles tout au long de ma carrière de professeur. Merci aussi pour ta générosité et pour ta disponibilité. Je ne compte plus les nombreuses discussions qu'on a eues à propos de tout et de rien. Tu as toujours été là et à l'écoute, surtout dans les moments les plus difficiles. Tu m'as accompagné dans les hauts et les bas de mon parcours. Merci d'avoir été si présente pour moi. Aujourd'hui, je me sens tellement

privilegié d'être ton collègue! Quelle chance que j'ai de poursuivre cette belle collaboration avec toi! Merci pour tout, vraiment.

Aux membres du jury, Monsieur Christian Dumais, Monsieur Stéphane Villeneuve, Monsieur Vincent Grenon et Monsieur Viktor Freiman, je tiens à vous remercier d'avoir accepté de faire partie du comité d'évaluation et d'avoir procédé à la lecture de cette thèse. Votre expertise et vos rétroactions auront très certainement permis de bonifier ce projet de recherche. Merci pour votre engagement et pour le temps que vous y avez consacré.

Je tiens à remercier chaleureusement les enseignants qui ont participé activement à ce projet de recherche. Julie, Line, Manon, Alice et Luc, merci de m'avoir accueilli dans votre milieu et de m'avoir généreusement offert votre temps et votre savoir-faire. Sans vous, la réalisation de cette thèse n'aurait pas été possible. Merci de m'avoir fait confiance en vous engageant dans cette démarche de recherche. Vos pratiques d'enseignement pourront très certainement inspirer d'autres enseignants à exploiter les outils numériques dans l'enseignement des sciences et de la technologie.

Le parcours doctoral nous permet de rencontrer et de côtoyer de merveilleuses personnes qui nous motivent et qui nous encouragent à persévérer. Je vais toujours me rappeler de mes débuts au doctorat avec mes collègues et amies Marie-Élaine et Maude. On a partagé ensemble du stress et aussi quelques cocktails que je ne suis pas près d'oublier. Je pense aussi à ma partenaire de tennis, Maud, qui m'a très certainement aidé à maintenir un mode de vie sain. Une mention spéciale à mon ami Thomas. Même si tu es loin physiquement, tu seras toujours proche de moi cognitivement. Certes, nos nombreux échanges sur le Canadien de Montréal m'auront permis de procrastiner, mais aussi de me faire prendre conscience que l'amitié demeure si précieuse.

J'ai une pensée pour mes anciennes collègues de l'UQAR, qui m'ont aussi soutenu grâce à leurs conseils avisés. Je me souviendrai des discussions de corridor et des fous rires qu'on a eus.

Je tiens aussi à remercier l'ensemble des professeurs, des professionnels, des étudiants et des amis que j'ai pu rencontrer tout au long de mon parcours. Vous avez contribué de près ou de loin à mon épanouissement personnel et professionnel. Un merci spécial à Madame Odette Larouche pour sa relecture et sa révision très attentive de cette thèse.

Je me dois de remercier le Fonds de recherche du Québec – Société et culture, qui a généreusement soutenu ce projet de recherche grâce à une bourse doctorale. Je me sens privilégié d'avoir obtenu un tel soutien de la part de cet organisme si important pour les doctorants et pour les chercheurs. J'ai pu m'investir pleinement dans mes études doctorales tout en m'assurant d'avoir une stabilité financière. J'en suis vraiment reconnaissant.

À mes beaux-parents, France Morin et Pierre Soucy, merci de m'avoir permis de m'évader chaque été dans votre coin de paradis. Votre sourire, votre hospitalité et votre générosité m'ont fait voir ce qu'il y a de plus beau chez l'être humain. Les nombreuses marches sur le bord de l'eau en votre compagnie et les feux à la nuit tombée ont libéré mon esprit parfois un peu trop chargé. Votre présence pendant mes études et dans ma vie a été inestimable. Je tenais à le souligner.

À mon père Alain Gareau, à ma mère Myriam Desrosiers et à ma sœur Marilyn Gareau, je réserve ces quelques lignes pour vous remercier sincèrement de votre appui tout au long de mon parcours. Merci Papa d'avoir été là pour nous et d'avoir veillé à ce qu'on ne manque de rien, surtout aux moments où la situation n'était pas toujours évidente pendant mes études. Merci Maman pour ta présence, ton écoute et ton aide. Tu as toujours été là et tu as toujours cru en moi. Tu m'as toujours appuyé et soutenu lors de

l'écriture de cette thèse. Nos nombreuses discussions au téléphone et en présence m'ont permis de passer à travers des épreuves qui m'apparaissaient insurmontables. Merci chère Sœur pour nos échanges souvent loufoques, qui me permettaient de décrocher un brin. Je sais que tu es fière de mon parcours autant que moi je le suis pour le tien.

À ma femme, Dominique Soucy, je ne peux que te remercier pour ton amour inconditionnel, pour ta confiance et pour ta capacité à me ramener sur Terre dans les moments où j'ai le plus douté de moi. Tu as été aux premières loges des émotions que j'ai pu vivre tout au long de mes études et de ma carrière. Ton équilibre, ta créativité et ta présence m'ont certainement insufflé cette motivation à finir ce projet. Tu m'as épaulé au quotidien et tu m'as constamment encouragé à poursuivre mes rêves, même dans les moments les plus difficiles. Tu es une Maman sensationnelle qui s'est toujours occupée de nos enfants, surtout quand je devais aller à Montréal ou à Rimouski. Grâce à toi, j'ai pu m'épanouir et atteindre mon objectif : terminer cette thèse. Merci d'être dans ma vie et dans celle de nos enfants. Je t'aime tellement.

À mes enfants, Zachary et Lauralie, vous avez été ma source d'énergie et de motivation pendant mes nombreuses années aux études. Vous voir marcher, courir, patiner et poursuivre vos rêves ne sont là que quelques exemples qui m'ont permis de me rappeler ce qu'il y a de plus important dans la vie, votre présence à mes côtés. Zachary, « *Ti-Loup* », n'oublie jamais que je serai là pour toi comme toi tu l'as été pour moi tout au long de ces dernières années. Merci d'être mon acolyte, mon partenaire de jeu et surtout le fils que tous les pères rêveraient d'avoir. Aie confiance et fonce, mon gars! Lauralie, mon petit « *Losson* », continue de croire en tes ambitions et d'imaginer avec toute la créativité que tu possèdes le monde dans lequel tu souhaites grandir. Ma fille, tu es merveilleuse, ne l'oublie pas. Sois audacieuse et mords dans la vie! Merci à vous deux d'être ma source inépuisable de bonheur et de sourires. Je suis si fier d'être votre Papa. Je vous aime tant.

DÉDICACE

Je dédie cette thèse à mon grand-père,
Raymond Gareau. Malgré son départ précipité,
j'ai toujours l'impression qu'il veille sur moi,
comme une sentinelle.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	iii
DÉDICACE	vii
LISTE DES FIGURES.....	xiv
LISTE DES TABLEAUX.....	xvi
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES	xvii
RÉSUMÉ	xviii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I.....	5
PROBLÉMATIQUE.....	5
1.1 Importance de la formation scientifique et technologique chez les élèves dès le primaire	5
1.2 Statut précaire de l’enseignement des S&T au primaire.....	7
1.3 Avenue privilégiée pour bonifier les pratiques d’enseignement en S&T au primaire : l’exploitation des outils numériques.....	9
1.3.1 Sélection des articles scientifiques.....	10
1.3.2 Pratiques d’enseignement exploitant les outils numériques dans les S&T au primaire	13
1.3.2.1 Pratiques ancrées dans des connaissances technologiques	13
1.3.2.2 Pratiques ancrées dans des connaissances pédagogiques.....	16
1.3.2.3 Pratiques ancrées dans des connaissances disciplinaires	22
1.4 Problème de recherche	25
1.5 Question de recherche	28

CHAPITRE II	29
CADRE DE RÉFÉRENCE	29
2.1 Sciences et technologie (S&T).....	30
2.2 Outils numériques	31
2.3 Pratiques d’enseignement.....	36
2.3.1 Pratiques d’enseignement en S&T au primaire.....	38
2.3.2 Pratiques déclarées et constatées.....	40
2.4 Connaissances mobilisées	42
2.4.1 Modèle de Shulman.....	42
2.4.2 Modèle de Mishra et Koehler.....	45
2.4.3 Modèle adapté de Koehler et Mishra	47
2.4.4 Modèle de Chai, Koh et Tsai.....	49
2.4.4 Modèle d’Angeli et Valanides	52
2.4.6 Modèle de Bachy.....	54
2.5 Modèle retenu dans le cadre de la thèse.....	58
2.6 Objectifs de recherche.....	61
 CHAPITRE III	 62
Méthodologie	62
3.1 Posture épistémologique	62
3.2 Type de recherche	65
3.2.1 Recherches qualitatives.....	65
3.3 Étude de cas.....	67
3.3.1 Caractéristiques de l’étude de cas	70
3.4 Planification des cas	76
3.4.1 Sélection des cas	77
3.4.2 Nombre de cas.....	79
3.5 Outils de collecte des données	80
3.5.1 Entrevue	81

3.5.1.1 Entrevues semi-structurées (phases préactive et postactive)	81
Canevas d’entrevue pour la phase préactive	82
Canevas d’entrevue pour la phase postactive.....	83
3.5.2 Observation	84
3.5.2.1 Observation de terrain (phase active).....	84
3.5.3 Déroulement de la collecte de données	88
3.6 Traitement des données	89
3.6.1 Traitement des verbatims et des observations.....	89
3.6.2 Cadre d’analyse	91
3.6.3 Traitement des données.....	93
3.7 Critères de scientificité.....	95
3.7.1 Crédibilité.....	95
3.7.2 Transférabilité	96
3.7.3 Fiabilité	97
3.7.4 Confirmabilité	98
3.8 Éthique de la recherche	98
3.9 Synthèse de la méthodologie.....	99
CHAPITRE IV	101
RÉSULTATS	101
4.1 Julie	101
4.1.1 Profil de l’enseignante et éléments contextuels	101
4.1.2 Résumé de la séquence d’enseignement étudiée.....	102
4.1.3 Phase préactive.....	103
4.1.4 Phase active	111
4.1.5 Phase postactive	117
4.1.6 Synthèse des résultats pour Julie.....	124
4.2 Line	125
4.2.1 Profil de l’enseignante et éléments contextuels	125

4.2.2	Résumé de la séquence d'enseignement étudiée.....	126
4.2.3	Phase préactive.....	127
4.2.4	Phase active.....	133
4.2.5	Phase postactive.....	138
4.2.6	Synthèse des résultats pour Line.....	146
4.3	Manon.....	147
4.3.1	Profil de l'enseignante et éléments contextuels.....	147
4.3.2	Résumé de la séquence d'enseignement étudiée.....	148
4.3.3	Phase préactive.....	149
4.3.4	Phase active.....	155
4.3.5	Phase postactive.....	160
4.3.6	Synthèse des résultats pour Manon.....	165
4.4	Alice.....	166
4.4.1	Profil de l'enseignante et éléments contextuels.....	166
4.4.2	Résumé de la séquence d'enseignement étudiée.....	167
4.4.3	Phase préactive.....	167
4.4.4	Phase active.....	174
4.4.5	Phase postactive.....	179
4.4.6	Synthèse des résultats pour Alice.....	185
4.5	Luc.....	186
4.5.1	Profil de l'enseignant et éléments contextuels.....	186
4.5.2	Résumé de la séquence d'enseignement étudiée.....	186
4.5.3	Phase préactive.....	187
4.5.4	Phase active.....	193
4.5.5	Phase postactive.....	197
4.5.6	Synthèse des résultats pour Luc.....	202
4.6	Synthèse des résultats.....	203

CHAPITRE V	204
DISCUSSION	204
5.1 Connaissances mobilisées à la phase préactive.....	204
5.1.1 Planification de diverses stratégies pédagogiques soutenues à l'aide d'outils numériques en S&T.....	205
5.1.2 Planification de l'utilisation du numérique en vue de soutenir la motivation, l'attention et l'intérêt des élèves en S&T	207
5.1.3 Planification de la mise en œuvre de démarches en didactique des S&T dans un contexte d'exploitation des outils numériques.....	208
5.2 Connaissances mobilisées à la phase active.....	211
5.2.1 Divers niveaux d'interaction dans les pratiques d'enseignement entre l'enseignant, les élèves, le contenu disciplinaire et le numérique.....	212
5.2.2 Mobilisation accrue de diverses stratégies pédagogiques dans un contexte d'exploitation des outils numériques	214
5.2.3 Utilisation variable des outils numériques pour soutenir l'enseignement des S&T.....	216
5.3 Connaissances mobilisées à la phase postactive	218
5.3.1 Évaluation des apprentissages en S&T	218
5.3.2 Bilan de l'utilisation des outils numériques dans l'enseignement et dans l'apprentissage des S&T	221
5.4 Explications permettant de dégager des liens entre les connaissances mobilisées et les pratiques d'enseignement	223
5.4.1 Facteurs influençant la mobilisation des connaissances TPC	224
5.4.2 Exploitation différenciée des outils numériques par les élèves en S&T ..	227
5.4.3 Motivation et volonté accrue d'exploiter de différentes façons les outils numériques	228

CONCLUSION.....	231
Annexe 1 : Lettre d’invitation à participer au projet de recherche	239
Annexe 2 Formulaire d’information et de consentement.....	240
Annexe 3 Sondage d’enquête sur l’exploitation des TIC en S&T au primaire (adaptation de Raby, 2004)	247
Annexe 4 Traduction libre du canevas d’entrevue de Harris et al. (2012) en lien avec le modèle TPaCK	251
Annexe 5 Canevas d’entrevue de Harris et al. (2012)	252
Annexe 6 Canevas d’entrevue pour la phase postactive	255
Annexe 7 Entrevue pour la phase postactive (Julie)	256
Annexe 8 Entrevue pour la phase postactive (Line)	258
Annexe 9 Entrevue pour la phase postactive (Manon)	260
Annexe 10 Entrevue pour la phase postactive (Alice)	262
Annexe 11 Entrevue pour la phase postactive (Luc)	264
Annexe 12 Grille d’observation des connaissances mobilisées dans les pratiques d’enseignement selon le modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009).....	266
Annexe 13 Arbre catégoriel pour l’analyse des ENTREVUES et des observations .	268
Annexe 14 Certificat d’éthique et renouvellements.....	270
BIBLIOGRAPHIE	272

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
2.1	Modèle PCK de Shulman (1986) 43
2.2	Modèle TPCK de Mishra et Koehler (2006)..... 45
2.3	Traduction libre de Lefebvre (2016) du modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009) 48
2.4	Traduction libre du modèle TPaCK-IN-ACTION de Chai, Koh et Tai (2013) 50
2.5	Traduction libre du modèle ICT-TPCK de Angeli et Valanides (2009) 53
2.6	Traduction libre du modèle STPD de Bachy (2013)..... 55
2.7	Divers modèles définissant les connaissances mobilisées 59
4.1	Portrait des connaissances mobilisées par Julie à la phase préactive..... 104
4.2	Portrait des connaissances mobilisées par Julie à la phase active..... 112
4.3	Portrait des connaissances mobilisées par Julie à la phase postactive 118
4.4	Portrait des connaissances mobilisées par Line à la phase préactive 128
4.5	Portrait des connaissances mobilisées par Line à la phase active 134
4.6	Portrait des connaissances mobilisées par Line à la phase postactive 139
4.7	Portrait des connaissances mobilisées par Manon à la phase préactive 150
4.8	Portrait des connaissances mobilisées par Manon à la phase active 156
4.9	Portrait des connaissances mobilisées par Manon à la phase postactive 161
4.10	Portrait des connaissances mobilisées par Alice à la phase préactive..... 168
4.11	Portrait des connaissances mobilisées par Alice à la phase active..... 175
4.12	Portrait des connaissances mobilisées par Alice à la phase postactive 180
4.13	Portrait des connaissances mobilisées par Luc à la phase préactive 188
4.14	Portrait des connaissances mobilisées par Luc à la phase active 194

4.15	Portrait des connaissances mobilisées par Luc à la phase postactive.....	198
5.1	Pratiques d'enseignement découlant d'une manifestation accrue des connaissances TPC dans la phase préactive	205
5.2	Pratiques d'enseignement découlant d'une manifestation accrue des connaissances TPC, TP et TC dans la phase active	211
5.3	Pratiques d'enseignement découlant d'une manifestation accrue des connaissances TPC et PC dans la phase postactive.....	218
5.4	Pistes d'explications issues des connaissances mobilisées par l'ensemble des participants lors des phases de l'enseignement	224

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
1.1	Nombre d'articles scientifiques par année en fonction des mots-clés sélectionnés 12
3.1	Caractéristiques d'une position épistémologique interprétative (extrait tiré de Savoie-Zajc et Karsenti, 2011)..... 64
3.2	Devis méthodologiques en fonction des recherches recensées 75
3.3	Déroulement de la sélection des cas..... 78
3.4	Données démographiques des cas étudiés..... 80
3.5	Déroulement de la collecte de données 89
3.6	Liste des indicateurs inspirés de chaque ensemble de connaissances issue du modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009)..... 92
3.7	Résultats du double codage des données à l'aveugle (%)..... 95

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

C	Connaissances disciplinaires
CSE	Conseil supérieur de l'éducation
ICT-TPACK	Information and communication technology-Technological pedagogical and content knowledge
MELS	Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport
MEES	Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur
NTI	Nouvelles technologies de l'information
NTIC	Nouvelles technologies de l'information et de la communication
OQLF	Office québécois de la langue française
P	Connaissances pédagogiques
PC	Connaissances pédagogiques axées sur le contenu disciplinaire
PFEQ	Programme de formation de l'école québécoise
RÉCIT	Réseau pour le développement des compétences des élèves par l'intégration des technologies de l'information et de la communication
S&T	Sciences et technologie
T	Connaissances technologiques
TC	Connaissances technologiques axées sur le contenu disciplinaire
TI	Technologies de l'information
TIC	Technologies de l'information et de la communication
TICE	Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement
TP	Connaissances technopédagogiques
TPaCK	Technological pedagogical and content knowledge
TPC	Connaissances technopédagogiques axées sur le contenu disciplinaire
TNI	Tableau numérique interactif
TUIC	Technologies usuelles de l'information et de la communication

RÉSUMÉ

Cette thèse s'inscrit dans le champ de la technopédagogie tout en intégrant le domaine des sciences et technologie (S&T) au primaire. D'ailleurs, l'enseignement des S&T au primaire demeure un défi persistant pour les enseignants du Québec et d'ailleurs dans le monde (Conseil supérieur de l'éducation, 1982, 2013; Milner et al., 2012; Minier et Gauthier, 2006). Pourtant, plusieurs études témoignent de l'importance de la formation scientifique et technologique des élèves dès le primaire. Le Programme de formation de l'école québécoise indique que « l'apprentissage de la science et de la technologie est essentiel pour comprendre le monde dans lequel nous vivons et pour s'y adapter » (ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport [MELS], 2006, p. 144). Pour pallier cette situation, des chercheurs (Chai et al., 2019; Goodnough et al., 2019; Tavares et al., 2021) proposent d'exploiter des outils numériques afin de mieux soutenir l'enseignement des S&T.

Parmi les études qui ont tenté de montrer la pertinence d'exploiter les outils numériques pour soutenir les pratiques d'enseignement en S&T, des constats ont émergé. De ces constats, il apparaît que les pratiques d'enseignement découlent de connaissances technologiques (Chai et al., 2019; Hechter et Vermette, 2014; Kersaint et al., 2014; Tavares et al., 2021), pédagogiques (Goodnough et al., 2019; Hsiao et al., 2014; Hwang et al., 2014; Kung-Teck et al., 2013; Otrell-Cass et al., 2012; Töman et al., 2013) et disciplinaires (Akpınar, 2013; Isik-Ercan et al., 2014; Kerawalla et al., 2012). Bien que plusieurs études abordent les connaissances mobilisées dans l'enseignement des S&T exploitant les outils numériques, elles le font parfois en vase clos, c'est-à-dire qu'elles perçoivent les connaissances technologiques, pédagogiques et disciplinaires comme étant séparées et non comme un tout faisant partie d'un ensemble. À notre connaissance, aucune étude se penchant sur les connaissances mobilisées par les enseignants du primaire au Québec dans un contexte d'exploitation des outils numériques en S&T n'a été réalisée.

À la lumière de la problématique ciblée précédemment, les objectifs de cette recherche portent sur l'étude de l'interrelation entre les connaissances pédagogiques, disciplinaires et technologiques des enseignants qui exploitent en classe les outils numériques en vue de soutenir leurs pratiques en S&T pour chaque phase d'enseignement (préactive, active et postactive). Pour répondre à ces objectifs, la thèse s'appuie sur le modèle TPaCK (*Technological Pedagogical and Content Knowledge*) de Koehler et Mishra (2009). Ce modèle définit différents types de connaissances (pédagogiques, disciplinaires, technologiques ainsi que leurs interrelations) et le

contexte dans lequel elles sont mobilisées. Le modèle TPaCK est le fruit de plusieurs années de modifications et d'adaptations. En effet, il repose sur le modèle de Shulman (1986), qui déjà, à l'époque, s'intéressait aux connaissances pédagogiques et disciplinaires des enseignants. Au fil des années, plusieurs auteurs (Angeli et Valanides, 2009; Bachy, 2013; Chai, Koh et Tsai, 2013; Mishra et Koehler, 2006) ont repris et adapté le modèle de Shulman pour un contexte d'exploitation d'outils numériques. Dans les écrits scientifiques, toutefois, il semble que le modèle de Koehler et Mishra (2009) soit généralement retenu.

Cette recherche se veut de nature qualitative et à visée descriptive et elle s'inscrit dans un pôle interprétatif. La méthode de collecte de données retenue pour répondre aux objectifs de la recherche est l'étude multicas, comme la définissent Merriam (1988), Miles et Huberman (1984) et Stake (2006). Le recrutement des enseignants est scindé en trois temps : envoi massif de courriels aux directeurs d'école et aux conseillers pédagogiques les sollicitant à proposer la candidature d'enseignants, rencontre avec les enseignants pour discuter des modalités de la recherche et de leur intérêt, et passation du sondage d'enquête auprès de chaque enseignant désireux de poursuivre la recherche. Pour sa part, la collecte de données s'est échelonnée en trois temps : rencontre initiale avec chacun des participants, périodes d'observation en classe et rencontre finale avec le participant. Tout au long de la collecte de données, l'analyse des données a été réalisée au moyen d'une codification qualitative à la fois déductive et inductive. Afin d'assurer la validité de la recherche, deux formes de triangulation ont été utilisées : la triangulation des méthodes (entrevues semi-structurées et observation de terrain) et la triangulation des données en recourant à différents cas ($n = 5$).

Cette thèse met en exergue plusieurs résultats à la lumière de chaque phase d'enseignement. Dans la phase préactive de l'enseignement, il semble que les enseignants mobilisent plusieurs connaissances technopédagogiques axées sur l'enseignement des S&T. Qui plus est, leur planification révèle une préoccupation pour la motivation, l'attention, l'intérêt des élèves, ainsi que pour la mise en œuvre de démarches en didactiques des S&T. Dans la phase active, des participants ont opté pour un enseignement plus magistral en étant soutenus par des outils numériques, dont le tableau numérique interactif (TNI). La préoccupation des enseignants au regard de la mobilisation de stratégies pédagogiques permettant de mieux s'appropriier les outils numériques a aussi été observée. Pour certains participants, il est d'ailleurs possible de noter une augmentation des connaissances technopédagogiques axées sur le contenu disciplinaire (TPC), des connaissances technopédagogiques (TP) et des connaissances pédagogiques axées sur le contenu disciplinaire (PC). Dans la phase postactive, il ressort que les enseignants évaluent peu leurs élèves à partir des outils numériques. Cela illustre en partie une faible manifestation des connaissances technologiques axées sur le contenu disciplinaire. En effet, dans la séquence d'enseignement, le lien entre les compétences disciplinaires en S&T et les outils numériques n'est pas exposé. Ces constats permettent non seulement de mieux comprendre comment les enseignants

mobilisent leurs connaissances pédagogiques, disciplinaires et technologiques, mais aussi de jeter un éclairage sur les connaissances à mobiliser pour soutenir de façon durable et réussie l'enseignement des S&T dans un contexte d'exploitation d'outils numériques. Une conclusion vient clore la thèse en traitant des apports scientifiques, des limites et des pistes de recherche à envisager.

Mots-clés : connaissances mobilisées, pratiques d'enseignement, TPaCK, outils numériques, S&T, primaire, technopédagogie

INTRODUCTION

Le contexte actuel lié à l'exploitation des outils numériques pour l'enseignement et les apprentissages est sans précédent, surtout avec la pandémie de la COVID-19 qui sévit actuellement. Les enseignants ont dû adapter leurs pratiques d'enseignement dans un contexte où les environnements d'apprentissage ne sont plus exclusivement en classe, mais aussi à distance et à la maison. Bien qu'accélérée par cette pandémie, la transformation numérique s'était déjà bien amorcée au Québec. En effet, la mise en œuvre du *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur* par le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES) en 2018 a pour objectif de développer les habiletés technologiques des citoyens afin qu'ils puissent pleinement répondre aux besoins du futur liés à la transformation numérique. De ce plan d'action, le *Cadre de référence de la compétence numérique* (MEES, 2019) a vu le jour et suggère aux enseignants¹ et aux élèves de développer cette compétence à travers 12 dimensions qui comprennent plusieurs connaissances à mobiliser. Évidemment, l'enseignement dans un contexte d'exploitation des outils numériques ne peut pas reposer que sur les compétences et les connaissances technologiques des enseignants. Depuis plusieurs années déjà, des auteurs se sont penchés sur l'importance de mettre en adéquation ces connaissances technologiques avec les connaissances pédagogiques et disciplinaires des enseignants (Koehler et Mishra, 2008, 2009; Mishra et Koehler, 2006).

¹ Le générique masculin est employé tout au long de cette thèse, et ce, sans aucune intention de discrimination. L'objectif étant plutôt d'alléger le texte.

Par ailleurs, dans un contexte où l'enseignement des sciences et de la technologie (S&T) au primaire s'avère un défi pour plusieurs enseignants (Conseil supérieur de l'éducation [CSE], 2013), il apparaît important de se questionner sur la façon dont les connaissances pédagogiques, disciplinaires et technologiques sont mobilisées par les enseignants du primaire au Québec. C'est ainsi que cette thèse poursuit le but de mieux comprendre comment les enseignants arrivent à soutenir leur enseignement des S&T à partir des outils numériques. Les résultats issus de cette thèse permettront, espérons-le, de mieux soutenir l'enseignement des S&T au primaire, et ce, dans un contexte où les enseignants et les élèves seront appelés, plus que jamais, à exploiter les outils numériques.

Le premier chapitre de la thèse traite du contexte difficile de l'enseignement en S&T au Québec et plus spécifiquement au niveau primaire. À l'instar d'autres écrits scientifiques, ce chapitre s'intéresse à l'exploitation des outils numériques dans l'enseignement des S&T en vue de soutenir les enseignants. Afin d'illustrer cette réalité, il montre la pertinence de s'intéresser aux pratiques d'enseignement au regard des connaissances que mobilisent les enseignants lorsqu'ils enseignent les S&T dans un contexte d'exploitation des outils numériques. Ce chapitre se conclut par la formulation du problème de recherche et de la question de recherche.

Le deuxième chapitre clarifie les concepts et les modèles à l'étude. Il pose d'abord un regard sur ce que sont les S&T. Il se poursuit avec l'importante évolution qu'a connu la définition du terme « outils numériques ». En effet, le recours au terme « technologie de l'information et de la communication » a été longtemps retenu par les chercheurs et les praticiens. Ce dernier est toutefois de moins en moins utilisé dans les écrits contemporains. Le chapitre se poursuit avec la définition des pratiques d'enseignement, notamment au regard des phases préactive, active et postactive de l'enseignement ainsi que des pratiques déclarées et constatées. Enfin, plusieurs modèles théoriques liés à la définition des connaissances mobilisées sont présentés. Une analyse critique de ces

modèles amène à privilégier celui de Koehler et Mishra (2009) afin de poursuivre les objectifs suivants : au regard du modèle TPaCK (*Technological Pedagogical and Content Knowledge*) de Koehler et Mishra (2009), (1) identifier et décrire, à la phase préactive, les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement au niveau primaire dans un contexte d'exploitation d'outils numériques en S&T; (2) identifier et décrire, à la phase active, les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement au niveau primaire dans un contexte d'exploitation d'outils numériques en S&T; (3) identifier et décrire, à la phase postactive, les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement au niveau primaire dans un contexte d'exploitation d'outils numériques en S&T; et (4) dégager des liens entre les connaissances mobilisées et les pratiques d'enseignement au primaire dans un contexte d'exploitation d'outils numériques en S&T.

Le troisième chapitre décrit la méthodologie employée pour procéder à la collecte de données et à l'analyse des résultats. Cette recherche qualitative à visée descriptive s'appuie sur l'étude multicas comme méthode de collecte de données. Les étapes menant à l'opérationnalisation de la recherche sont exposées. Elles débutent par la planification et par la délimitation des cas. Ensuite, deux outils de collecte sont retenus et présentés : l'entrevue semi-structurée et l'observation de terrain. Le traitement des données est par la suite détaillé, et ce, en tenant compte de la triangulation des méthodes et des données. Le chapitre se conclut avec la présentation des critères de scientificité et des éléments relatifs à l'éthique de la recherche.

Le quatrième chapitre permet déjà de répondre aux objectifs de recherche liés à l'identification et à la description des connaissances mobilisées par les participants pour chaque phase de l'enseignement. Chaque participant fait l'objet d'une section qui comprend son profil, le résumé de la séquence d'enseignement ainsi que l'analyse des connaissances mobilisées pour l'ensemble des phases (préactive, active, postactive) de

l'enseignement. Des illustrations synthèses sont produites pour chacune de ces phases et mettent en surbrillance les manifestations des connaissances mobilisées.

Le cinquième chapitre reprend les principaux résultats issus de chaque phase de l'enseignement et les met en tension avec les écrits scientifiques qui permettent de mieux comprendre et d'expliquer ceux-ci. Également, il dégage des explications des liens entre les connaissances mobilisées et les pratiques d'enseignants du primaire qui exploitent des outils numériques en S&T. En conclusion, le chapitre aborde les apports de la recherche, ses limites et les pistes à envisager pour les recherches futures ainsi que la formation initiale et continue.

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE

Ce chapitre met en exergue la problématique de cette thèse. Il se décline en cinq sections. Tout d’abord, il traite de la formation scientifique et technologique chez les élèves, et ce, dès le primaire. Par la suite, il pose un regard sur l’enseignement des sciences et de la technologie (S&T) au primaire. Pour poursuivre, une analyse critique des écrits scientifiques portant sur des pratiques d’enseignement en S&T au primaire conduit à envisager l’exploitation des outils numériques pour soutenir les enseignants. Enfin, le chapitre expose le problème de recherche et mène vers une question qui animera cette thèse.

1.1 Importance de la formation scientifique et technologique chez les élèves dès le primaire

Au Québec, plusieurs instances sont claires à ce sujet : la formation scientifique et technologique des élèves au primaire² revêt un caractère fort important au même titre que les langues et les mathématiques (CSE, 1982, 2013; ministère de l’Éducation, du Loisir et du Sport [MELS], 2006). Le Programme de formation de l’école québécoise (PFEQ) du MELS (2006) indique que « l’apprentissage de la science et de la technologie est essentiel pour comprendre le monde dans lequel nous vivons et pour

² Au Québec, bien que l’éveil aux S&T s’amorce dès le préscolaire, cette thèse s’intéresse plutôt à l’enseignement des S&T dès le primaire.

s'y adapter » (p. 144). En effet, il est nécessaire qu'un élève soit en mesure, par exemple, de comprendre le concept du cycle de l'eau, et ce, en identifiant les différentes étapes qui le composent. La connaissance de ces notions est fondamentale pour un citoyen lorsqu'il est question, notamment, des changements climatiques dans le cadre de discussions portant sur les impacts qu'engendrent ceux-ci sur notre planète. Les S&T étant omniprésentes dans l'environnement des élèves et jouant un rôle de plus en plus grand dans la vie des individus et des sociétés, il apparaît crucial de développer une culture scientifique et technologique chez ces derniers (MELS, 2006). D'ailleurs, l'étude de Samson (2004) témoigne de l'importance que revêt la culture scientifique chez les élèves.

Les sciences font de plus en plus partie de notre culture, car elles jouent un rôle majeur dans la vie quotidienne par leurs applications concrètes dans différents domaines d'activités, que ce soit la santé, la production industrielle, l'agriculture ou l'économie. (p. 1)

Cette formation permettrait notamment aux élèves de faire progresser la culture scientifique, d'une part, et d'assurer une relève scientifique répondant aux besoins de notre société contemporaine, d'autre part (La Madeleine, 2014). À ce sujet, Couture (2002) témoigne de l'importance en ce qui concerne l'initiation des jeunes face à une culture scientifique afin qu'ils puissent participer à une société où les savoirs scientifiques et technologiques se transforment constamment, et évoluer dans celle-ci.

Samson (2004) précise que les sciences ont pris une importance notable au fil du temps. Par conséquent, il apparaît que la pertinence de l'enseignement des S&T au primaire semble indéniable. Paradoxalement, on relève dans des écrits ministériels et scientifiques un phénomène inquiétant, qui suggère que l'enseignement des S&T demeure précaire au Québec, et ce, notamment au primaire. La prochaine section fait l'objet de ce constat.

1.2 Statut précaire de l'enseignement des S&T au primaire

L'enseignement des S&T au primaire est une problématique qui perdure et qui demeure un enjeu prioritaire au Québec comme ailleurs dans le monde (Milner et al., 2012; Minier et Gauthier, 2006). Cette préoccupation persiste depuis maintenant près de quatre décennies et a été révélée dans les écrits gouvernementaux à la suite d'un premier rapport du CSE en 1982, qui faisait état du statut précaire de l'enseignement des sciences de la nature au primaire. En effet, le rapport déclarait que plusieurs matières, principalement les sciences de la nature, étaient nettement défavorisées, malgré leur importance en ce qui a trait aux apprentissages des élèves. À cette époque, le rapport soulignait :

[I]e sort pénible qui est fait à ces quelques matières dites « secondaires » confiées aux titulaires (sciences humaines et sciences de la nature en particulier); elles seraient parfois même ignorées pour de plus ou moins longues périodes de temps. (p. 8)

Plus tard, en 2013, le CSE publie un nouveau rapport qui illustre que la situation n'a guère changé en ce qui a trait au statut de l'enseignement des S&T au primaire. Parmi les difficultés recensées qui contraignent l'enseignement des S&T, le Conseil mentionne le peu de temps accordé à la science, le peu de formation initiale et le faible sentiment de compétence des enseignants du primaire au regard de cette discipline. Le CSE (2013) évoque ainsi un constat d'échec similaire à la situation vécue dans les années 1980 où la science était galvaudée, voire ignorée dans les écoles primaires.

Du côté des écrits scientifiques (Milner et al., 2012; Minier et Gauthier, 2006), le constat demeure le même. Au Québec, l'étude de Minier et Gauthier (2006), réalisée auprès de six enseignants du troisième cycle du primaire dans deux écoles d'un même centre de services scolaire, avait pour objectifs d'étudier les représentations des enseignants au regard des S&T en portant une attention aux savoirs enseignants ainsi

qu'aux stratégies pédagogiques mobilisées. Les résultats de leur recherche-action collaborative indiquent que les enseignants du primaire disent opter davantage pour une pratique d'enseignement axée sur la transmission de savoirs, étant peu confiants dans l'enseignement des savoirs en S&T. Cette pratique d'enseignement peu diversifiée est issue, selon les auteurs, d'un écueil important au niveau de la formation initiale des enseignants en ce qui a trait à l'enseignement des S&T au primaire.

La situation est comparable à l'extérieur du Québec. Milner et al. (2012) présentent une recherche mixte menée aux États-Unis ayant pour objectif d'enquêter sur l'impact du programme *No Child Left Behind* (NCLB)³ sur les croyances et les pratiques des enseignants du primaire au regard notamment de l'enseignement des S&T. De cet échantillon, 22 enseignants du primaire ont participé à des entretiens afin de discuter de leurs croyances envers l'enseignement des S&T. Il ressort de ces croyances une faible estime des S&T au profit d'autres disciplines scolaires. Ainsi, les auteurs relèvent la nécessité de modifier cette situation en suggérant aux enseignants des pratiques d'enseignement permettant d'enseigner efficacement les S&T.

En outre, la problématique liée au statut précaire de l'enseignement des S&T provient du manque de temps accordé à cette discipline, des budgets alloués au primaire, du peu de formation initiale, du faible sentiment de compétence des enseignants (CSE, 2013), d'une faible diversification des pratiques d'enseignement (Minier et Gauthier, 2006) et de croyances parfois négatives au regard de l'importance des S&T au primaire (Milner et al., 2012). Pour pallier ces éléments problématiques, des écrits (Milner et al., 2012; Minier et Gauthier, 2006) en arrivent à la conclusion qu'il est nécessaire de s'interroger sur les pratiques d'enseignement susceptibles de modifier le statut précaire des S&T au primaire. D'autres études, présentées plus loin dans ce chapitre, rapportent que

³ Existant depuis 2001, ce programme vise à uniformiser la formation au primaire et au secondaire dans toutes les écoles publiques des États-Unis, en considérant notamment les élèves en situation de pauvreté, les minorités visibles, les élèves ayant des besoins particuliers et la barrière linguistique.

l'exploitation des outils numériques pourrait s'avérer bénéfique pour l'enseignement des S&T.

Un léger détour du côté du secondaire permet aussi de constater que certaines difficultés sont vécues au premier cycle (CSE, 2013) sans toutefois s'apparier aux difficultés rencontrées au primaire. En effet, elles relèvent plutôt de l'hétérogénéité des élèves à l'admission ainsi que de la lourdeur des programmes de formation en S&T (CSE, 2013). Compte tenu de l'impact de la formation en S&T au primaire sur l'entrée des élèves au secondaire, notre recherche se limite à l'ordre d'enseignement du primaire.

1.3 Avenue privilégiée pour bonifier les pratiques d'enseignement en S&T au primaire : l'exploitation des outils numériques⁴

L'état actuel décrit précédemment conduit les chercheurs à s'intéresser aux recours aux outils numériques comme piste d'action pouvant contribuer à la mise en place de pratiques d'enseignement efficaces pour enseigner les S&T au primaire. Cette thèse s'inscrit dans un virage numérique visant à équiper les classes québécoises du primaire et du secondaire d'outils numériques et à soutenir les enseignants et les élèves dans leur appropriation. Cette vision a été adoptée par le MEES dès 2018 avec la mise en œuvre du *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur*. Comme l'énonce le Ministère, le Plan est guidé par « la vision d'une intégration efficace et d'une exploitation optimale du numérique au service de la réussite de toutes les personnes, qui leur permettent de développer et de maintenir leurs compétences tout au long de leur vie » (p. 9). Ainsi, plusieurs investissements sont prévus par le Ministère

⁴ Le terme « outils numériques » est tiré du Cadre de référence de la compétence numérique (MEES, 2019). Parmi tous les termes représentant le numérique, celui-ci est retenu et privilégié tout au long de la thèse. Ce choix et l'historique qui y est associé sont expliqués dans le deuxième chapitre.

pour soutenir cette intégration et cette exploitation des outils numériques par les enseignants, les élèves ainsi que des organisations financées par le MEES.

Le service national du Réseau pour le développement des compétences des élèves par l'intégration des technologies de l'information et de la communication⁵ (RÉCIT) dans le domaine de la mathématique, de la science et de la technologie est un exemple de regroupement au Québec qui suggère notamment d'envisager l'exploitation des outils numériques dans les pratiques d'enseignement afin de bonifier l'enseignement des S&T au primaire. Du côté des écrits scientifiques, plusieurs études (p. ex., Chai et al., 2019; Goodnough et al., 2019; Tavares et al., 2021) soutiennent également que l'enseignement des S&T au primaire peut être bonifié à l'aide d'outils numériques comme des tablettes électroniques, des ordinateurs, des téléphones intelligents. Parmi ces recherches, certaines montrent la pertinence d'exploiter les outils numériques dans les pratiques d'enseignement en S&T au primaire en dégageant certains constats. Les sections suivantes font état de ces constats.

1.3.1 Sélection des articles scientifiques

Afin de repérer les études en lien avec le contexte énoncé ci-dessus, la base de données ProQuest (ERIC)⁶ de l'Université du Québec à Trois-Rivières a été utilisée. La période couverte pour identifier les articles s'amorce en janvier 2012 et se termine en mai 2021. Les mots-clés utilisés pour repérer les articles sont les suivants : *STEM*⁷, *teaching*,

⁵ Le terme « technologie de l'information et de la communication » est fréquemment utilisé dans les écrits scientifiques. Un historique lié à ce terme est présenté dans le deuxième chapitre. Dans le cadre de cette thèse, le choix repose tout de même sur l'utilisation du terme « outils numériques », comme le précise la notation précédente.

⁶ Notons aussi que malgré des recherches d'articles scientifiques en français dans la base de données Sofia, aucun n'a été repéré en lien avec l'objet de recherche de cette thèse dans les dix dernières années.

⁷ Cet acronyme signifie « science, technologie, ingénierie et mathématiques » et est principalement utilisé dans les articles anglophones pour définir l'enseignement des sciences et technologie au primaire.

elementary, grade school, practic, ICT*. En plus des mots-clés, certains filtres ont été appliqués : publication scientifique, article scientifique, anglais. De plus, les articles ne devaient pas contenir les termes suivants : *pre-service, preservice, secondary, high school* et *middle school*. Les articles retenus ont été sélectionnés à partir des critères suivants : (1) Études scientifiques menées auprès d'élèves du primaire, (2) Études scientifiques se penchant sur les pratiques d'enseignement, (3) Études scientifiques récentes provenant des 10 dernières années, (4) Études scientifiques portant sur l'exploitation des outils numériques, (5) Études scientifiques portant sur l'enseignement des S&T (STEM en anglais), (6) Études scientifiques s'intéressant aux enseignants et non aux étudiants en enseignement. À la lumière de ces conditions, la banque de données ProQuest a repéré un total de 125 articles scientifiques potentiellement intéressants. Le tableau 1.1 résume le nombre d'articles scientifiques par année en fonction des mots-clés sélectionnés.

Tableau 1.1 : Nombre d'articles scientifiques par année en fonction des mots-clés sélectionnés

Année	Nombre d'articles
2012	4
2013	9
2014	5
2015	12
2016	7
2017	17
2018	22
2019	14
2020	23
2021	12

Parmi les articles recensés, 15 d'entre eux ont été conservés. Ayant pour objet des aspects conceptuels et méthodologiques liés à l'exploitation des outils numériques, des articles ont retenu l'attention et permettront de bonifier les chapitres portant sur le cadre conceptuel ainsi que sur la méthodologie. D'autres, toutefois, font l'objet d'un lien direct avec les pratiques d'enseignement qui exploitent les outils numériques dans les S&T au primaire et sont considérés pour l'écriture de la problématique. Cependant, plusieurs articles ($n = 110$) ont été rejetés puisqu'ils ne respectaient pas les critères de sélection, notamment celui portant sur l'enseignement des S&T. En effet, le recours à l'acronyme « STEM » a fait ressortir plusieurs articles portant sur l'enseignement des mathématiques, ce qui ne fait pas l'objet de cette thèse. De surcroît, une majorité d'entre eux portait sur l'enseignement au secondaire malgré les mots-clés sélectionnés.

Enfin, certains articles n'étaient tout simplement pas liés à l'objet de recherche; il étaient ainsi peu pertinents pour cette thèse.

1.3.2 Pratiques d'enseignement exploitant les outils numériques dans les S&T au primaire

Des recherches portant sur les pratiques d'enseignement liées à l'exploitation des outils numériques dans les S&T au primaire permettent de dresser un portrait de la situation actuelle. Afin de mettre en lumière les constats qui émergent de ces études et de comprendre le portrait de cet objet de recherche à l'échelle internationale, les principaux résultats des recherches menées au primaire sont exposés. Ces écrits font également l'objet d'une critique à la fin de chaque section en vue de faire émerger le problème de recherche sur lequel repose cette thèse.

1.3.2.1 Pratiques ancrées dans des connaissances technologiques

Des études traitent des pratiques d'enseignement en S&T au primaire au regard des connaissances technologiques déployées lors de la planification et de la réalisation des séquences d'enseignement. Dans l'étude mixte de Kersaint et al. (2014) – impliquant plus de 631 enseignants, dont 211 du primaire aux États-Unis –, les chercheurs ont tenté de documenter les usages des outils numériques lors de l'enseignement des S&T. Plus spécifiquement, ils se sont penchés sur les connaissances qu'ont les enseignants au regard de l'exploitation de ces outils numériques dans la discipline des S&T. Un des constats qui se dégage est que les pratiques d'enseignement semblent être modulées en fonction du degré de familiarisation des enseignants avec les connaissances technologiques qu'ils mobilisent en classe. Les auteurs mettent en exergue le fait que des connaissances technologiques restreintes ne permettraient pas une intégration

réussie des outils numériques menant à une bonification des pratiques d'enseignement en S&T. Au final, les résultats de Kersaint et al. (2014) mettent en évidence la nécessité de poursuivre les études qui tiennent compte des connaissances technologiques des enseignants lorsque ceux-ci les mobilisent dans leurs pratiques d'enseignement en S&T. Les résultats de recherche relevés ici vont dans le même sens que ceux présentés dans l'étude suivante.

Dans une recherche menée auprès de 433 enseignants de S&T manitobains, dont plusieurs enseignent au primaire, Hechter et Vermette (2014) se sont questionnés entre autres sur l'usage des outils numériques pour soutenir l'enseignement des S&T. Les résultats de cette recherche quantitative indiquent que le tableau numérique interactif (TNI) (31 %) et certains logiciels (27 %) comme PowerPoint ou Excel sont fréquemment utilisés comparativement à d'autres outils informatisés (forum, blogue, logiciel de simulation, tablette, etc.). Selon les auteurs, les connaissances technologiques restreintes des enseignants par rapport aux différents outils technologiques existants ne leur permettraient pas de bonifier leurs pratiques d'enseignement en S&T. Même si les enseignants savaient que l'exploitation des outils numériques pouvait bonifier l'enseignement des S&T, plus spécifiquement en permettant aux élèves de manipuler ces outils dans le cadre d'activités scientifiques (Hechter et Vermette, 2014), 50 % d'entre eux n'étaient pas en mesure de le faire par manque de connaissances technologiques, selon les auteurs. Les chercheurs suggèrent de poursuivre les études qui traitent de l'exploitation des outils numériques en classe dans les pratiques d'enseignement en S&T, notamment au regard des connaissances technologiques que les enseignants mobilisent.

Dans une autre recherche dirigée par Chai et al. (2019), 314 enseignants en Chine ont été interrogés par l'intermédiaire d'un questionnaire en ligne à propos de la mobilisation des connaissances technologiques dans l'enseignement des S&T dans un contexte d'exploitation d'outils numériques. Les résultats révèlent que l'exploitation

des outils numériques dans les pratiques demeure complexe chez les enseignants. Les auteurs mentionnent que les enseignants qui mobilisent très peu de connaissances technologiques, c'est-à-dire leurs connaissances des fonctionnalités liées aux outils numériques, ne bonifient pas leurs pratiques d'enseignement en S&T. Ils expliquent également que le sentiment d'efficacité des enseignants peut aussi être un bon prédicteur quant à l'exploitation des outils numériques en S&T.

Une dernière étude, celle de Tavares et al. (2021) au Portugal, a permis l'expérimentation d'une application mobile destinée à l'enseignement des S&T pour des enseignants du primaire. À partir d'une collecte de données réalisée à travers un questionnaire quantitatif en ligne auprès de 118 enseignants, les résultats indiquent que les connaissances technologiques de ces derniers les amènent à recourir la plupart du temps à des applications d'animations et de jeux. Les résultats révèlent également que les enseignants souhaitent privilégier des applications ayant des fonctionnalités qui permettraient un niveau d'engagement plus important que les animations ou les jeux. En effet, les résultats montrent que les répondants s'intéressent grandement aux apports technologiques et aux finalités des applications mobiles (jeu, simulation, animation, jeu-questionnaire, etc.) même s'ils les utilisent peu ou pas.

En résumé, il appert que les pratiques d'enseignement qui reposent sur l'exploitation des outils numériques en S&T sont tributaires des connaissances technologiques mobilisées par les enseignants du primaire. Malgré ce constat, certains enseignants ne semblent pas à l'aise avec l'utilisation des fonctionnalités offertes par les outils numériques dans l'enseignement des S&T (Kersaint et al., 2014). Plusieurs enseignants se limiteraient à des applications d'animations ou de jeux (Tavares et al., 2021), ou au TNI, PowerPoint ou Excel (Hechter et Vermette, 2014). Ainsi, il apparaît que des connaissances technologiques restreintes ne permettraient pas une exploitation réussie des technologies et une bonification des pratiques d'enseignement, *a fortiori* dans le domaine des S&T (Chai et al., 2019; Kersaint et al., 2014). De plus, il est à noter que

les enseignants du primaire recourent à certaines technologies de façon limitée, comme le TNI (Hechter et Vermette, 2014), à cause de leurs connaissances technologiques restreintes.

De ces recherches, une critique peut être formulée. De façon générale, les études de Chai et al. (2019), de Hechter et Vermette (2014), de Kersaint et al. (2014) et de Tavares et al. (2021) relèvent que les enseignants ne seraient pas familiers avec l'exploitation des outils numériques en vue de soutenir l'enseignement des S&T. Bien qu'elles présentent ce constat, ces études quantitatives ne permettent toutefois pas de comprendre le contexte et la façon dont les enseignants de S&T intègrent les outils numériques dans leur enseignement. En effet, les résultats indiquent peu ou pas les éléments nécessaires à la compréhension et à l'investigation des pratiques d'enseignement au regard des connaissances mobilisées par les enseignants. Une collecte de données de nature qualitative aurait sûrement permis de mieux comprendre les enjeux et les réalités singulières de chaque enseignant qui peuvent influencer les connaissances mobilisées dans leurs pratiques.

1.3.2.2 Pratiques ancrées dans des connaissances pédagogiques

D'autres études traitent des pratiques d'enseignement qui exploitent les outils numériques en S&T en considérant cette fois les connaissances pédagogiques des enseignants. L'étude de Kung-Teck et al. (2013) s'intéresse, entre autres, aux pratiques d'enseignement des enseignants exploitant les outils numériques dans une classe de S&T. Plus spécifiquement, cette étude multicas permet de décrire diverses pratiques d'enseignement en S&T liées à l'utilisation du TNI auprès d'élèves du primaire. Les résultats de leur recherche indiquent que les enseignants qui ont des connaissances pédagogiques liées à l'exploitation des outils numériques voient leurs pratiques d'enseignement en S&T améliorées. En effet, certains enseignants ont souligné le fait

que le TNI pouvait les soutenir comme support didactique et pour la réalisation d'activités intégratrices (Kung-Teck et al., 2013). De façon générale, les enseignants ont expliqué susciter l'intérêt et la curiosité chez les élèves, et ce, en approfondissant des notions en S&T grâce au TNI. Cet approfondissement pouvait se faire grâce à Internet, aux démonstrations virtuelles, aux images, aux photos, aux diagrammes et à l'outil caméra. Aborder des sujets ou des concepts scientifiques semble avoir été bonifié par l'utilisation du TNI en classe chez ces enseignants.

Les pratiques d'enseignement qui laisseraient la place aux élèves dans la manipulation du TNI, c'est-à-dire de glisser, de copier et de discuter autour d'un sujet, semblent avoir favorisé l'interaction entre l'enseignant, les élèves et les contenus en S&T. Cette interaction a permis d'améliorer l'enseignement des S&T. Les participants de la recherche voient le TNI comme étant un outil qui soutient l'évaluation des S&T dans leurs pratiques d'enseignement. Il apparaît que cet outil assiste l'enseignant lors de la consignation d'idées, de solutions, de réponses ou de commentaires qui pourraient faire l'objet de rétroactions (Kung-Teck et al., 2013). Somme toute, les chercheurs concluent en indiquant l'importance de poursuivre les études, notamment par rapport aux potentialités pédagogiques des outils numériques utilisés par les enseignants.

Les chercheurs Töman et al. (2013) se sont quant à eux intéressés aux connaissances pédagogiques mobilisées par des enseignants de S&T en lien avec l'enseignement assisté par ordinateur. Cette étude de cas menée auprès de cinq enseignants du primaire en Turquie a permis d'analyser les connaissances qu'ont les enseignants par rapport à l'utilisation d'outils informatisés utilisés en classe. Selon les résultats obtenus, il semble que les enseignants soient en mesure de déceler certains apports et limites pédagogiques liés à l'utilisation des outils numériques dans l'enseignement des S&T. Parmi les apports, ils notent pour l'enseignement, l'économie de temps, la rétroaction plus rapide face à des questions et la facilité d'accès au savoir. Par rapport aux limites, ils mentionnent la faible communication entre les élèves et l'enseignant – c'est-à-dire

le manque d'interaction entre les élèves et avec l'enseignant –, l'accès difficile à des sites à cause de mauvaises publicités et les problèmes d'ordre technique. Selon les auteurs, les connaissances pédagogiques des enseignants demeurent déficientes, parfois même insuffisantes. Toutefois, comme ils le précisent, les recherches sont pour l'instant limitées en ce qui a trait aux potentialités offertes par les outils numériques dans l'enseignement des S&T. Il appert alors de poursuivre les études et d'investiguer les connaissances des enseignants en regard des potentialités pédagogiques offertes par les outils numériques lors de l'enseignement des S&T.

Une autre étude de cas, celle menée par Goodnough et al. (2019), s'est déroulée auprès de deux enseignants de 4^e année du primaire dans le cadre d'un projet visant à étudier l'influence des connaissances pédagogiques sur les pratiques d'enseignement dans un contexte d'utilisation du logiciel Mission Planner. Combiné à la construction d'un drone par les élèves, ce logiciel permettait à ces derniers de collecter diverses données et de planifier des itinéraires lors des vols des drones. Les résultats de cette étude suggèrent que la mobilisation des connaissances pédagogiques des enseignants en classe repose d'abord sur leur sentiment d'efficacité ainsi que sur leur préoccupation à permettre aux élèves de s'engager activement dans leurs apprentissages en S&T. La planification du recours au logiciel ainsi qu'à la construction d'un drone par les enseignants les a menés à créer des environnements d'apprentissage favorisant l'enseignement des S&T. Ces chercheurs concluent qu'un apprentissage fondé sur le constructivisme et sur l'engagement des élèves peut s'avérer important dans un contexte où la visée consiste à mieux soutenir l'enseignement des S&T au primaire.

Les prochaines études se sont intéressées à l'approche pédagogique appliquée par des enseignants et tentent d'évaluer l'impact de ces approches sur les pratiques d'enseignement en S&T au primaire. C'est le cas des travaux de Hsiao et al. (2014).

Les auteurs s'intéressent à l'enseignement traditionnel des S&T ainsi qu'à l'enseignement soutenu à l'aide de jeux numériques. Leur étude quantitative s'est déroulée dans une école primaire de Taïwan et elle inclut la participation d'un enseignant et de 51 élèves, ces derniers étant séparés en deux groupes (groupe contrôle [enseignement traditionnel] et groupe expérimental [enseignement soutenu à l'aide de jeux numériques]). Parmi les conclusions auxquelles arrivent les chercheurs, il semble que l'enseignement soutenu à l'aide de jeux numériques appuie davantage les enseignants lors d'activités en S&T. En effet, un enseignant qui mobilise ce type d'approche pédagogique verrait son enseignement des S&T facilité, contrairement à un enseignant qui opte pour une approche plus traditionnelle, voire magistrale. Les chercheurs concluent cette étude en proposant de s'intéresser davantage aux pratiques d'enseignement qui invitent les enseignants à mobiliser des connaissances pédagogiques menant à une diversification des approches en S&T, notamment lors de l'exploitation des outils numériques.

Du côté d'Otrell-Cass et al. (2012), ces derniers se sont penchés sur l'utilisation de la vidéo numérique dans les classes de S&T dans une approche constructiviste. Cette recherche qualitative, échelonnée sur deux ans, concernait les pratiques de deux enseignants d'une école primaire de Nouvelle-Zélande. Les enseignants de cette étude ont été appelés à mettre à profit leurs connaissances pédagogiques par rapport à l'utilisation de la caméra vidéo auprès d'élèves de 11 et 12 ans. Les résultats suggèrent que leurs connaissances pédagogiques les ont menés à favoriser les discussions, à soutenir l'échange d'idées et à construire un réseau de connaissances. Par ailleurs, les enseignants participants ont offert aux élèves la possibilité de se filmer afin de partager les notions apprises sur des sujets scientifiques. Cette pratique a permis aux enseignants d'évaluer non seulement les connaissances des élèves, mais aussi leur degré d'aisance à les communiquer.

Enfin, les auteurs proposent de poursuivre les recherches qui permettent aux enseignants de diversifier leurs pratiques d'enseignement au regard d'approches pédagogiques qui intègrent, par exemple, la résolution de problèmes ou la communication d'idées. À la lumière des résultats obtenus par Otrell-Cass et al. (2012), il semble que les *a priori* pédagogiques des enseignants aient une influence sur leurs pratiques d'enseignement lors de l'exploitation des outils numériques en S&T. Au même titre que ces auteurs, Hwang et al. (2014) ont évalué l'impact d'une approche constructiviste soutenue par des outils numériques, plus spécifiquement la cartographie conceptuelle, en S&T.

Ainsi, Hwang et al. (2014) se sont intéressés à la création de cartes conceptuelles à partir du logiciel CMM-Quest pour aider les élèves à construire leurs connaissances par rapport à un problème propre aux S&T. Se déroulant dans une école primaire de Taïwan, cette étude quasi expérimentale intégrait des élèves de 6^e année. Pour concevoir les cartes conceptuelles, les enseignants devaient tout d'abord présenter différentes problématiques liées à la biotechnologie, l'écologie et la protection de l'environnement tout en s'inscrivant dans une approche constructiviste. Tout au long de l'activité, les enseignants ont soutenu leurs élèves afin qu'ils apprennent plus efficacement dans un contexte exploitant le logiciel. Les résultats indiquent que cette approche favorise l'enseignement des S&T et a des retombées significatives sur les apprentissages, contrairement à une pratique d'enseignement plutôt traditionnelle, laquelle n'inclut généralement pas l'utilisation des outils numériques. En outre, les chercheurs expliquent que le logiciel soutient davantage les enseignants, notamment en aidant à instaurer un climat favorisant la construction des apprentissages.

En résumé, il apparaît que les pratiques d'enseignement reposent aussi sur les connaissances pédagogiques que les enseignants doivent mettre à profit afin de faciliter leur enseignement des S&T. Parmi les résultats relevés, ceux de Hsiao et al. (2014) révèlent qu'une approche mettant en valeur l'utilisation des jeux numériques

comparativement à une approche traditionnelle permettrait aux enseignants de bonifier leurs pratiques d'enseignement en S&T. De plus, le fait d'opter pour l'intégration de la vidéo (Otrell-Cass et al., 2012) et de la cartographie conceptuelle (Hwang et al., 2014) dans une approche constructiviste soutient l'enseignement des S&T en favorisant les échanges, en contribuant aux discussions, en permettant la construction de réseaux de connaissances et en favorisant la résolution de problèmes. L'étude de Kung-Teck (2013), pour sa part, montre que le fait de connaître certaines approches pédagogiques (support didactique et réalisation d'activités intégratrices) en lien avec l'utilisation des outils numériques permet de mieux soutenir les pratiques d'enseignement en S&T., L'étude de Töman et al. (2013) spécifie toutefois que les connaissances pédagogiques de certains enseignants sont parfois insuffisantes, notamment sur le plan des potentialités offertes par les outils numériques lors de l'enseignement des S&T. Enfin, l'étude de Goodnough et al. (2019) ajoute que le sentiment d'efficacité des enseignants au regard du recours aux outils numériques peut influencer leurs pratiques d'enseignement ainsi que l'engagement des élèves dans leurs apprentissages en S&T.

Des critiques peuvent être formulées à l'endroit des quelques écrits présentés ci-dessus. Se limitant aux différents points de vue que les enseignants de S&T expriment par rapport aux connaissances pédagogiques qu'ils déploient lors de l'utilisation des outils numériques pour les S&T, les études de Kung-Teck et al. (2013) et de Töman et al. (2013) ne dressent qu'un portrait général des connaissances pédagogiques des apports et limites face à leur utilisation. Bien qu'en recherche qualitative il soit fréquent d'avoir un faible nombre de participants, il demeure qu'un meilleur approfondissement des propos issus des participants engagés dans la recherche aurait permis une meilleure compréhension des résultats et des constats issus de ces recherches.

Par ailleurs, les travaux d'Otrell-Cass et al. (2012) reposent sur un cadre conceptuel peu étoffé qui permet difficilement de bien interpréter les résultats. Ce flou conceptuel demeure et nécessite des précisions, notamment en lien avec la définition des

connaissances pédagogiques dans un contexte d'exploitation des outils numériques en classe. Pour sa part, l'étude de Hwang et al. (2014) a déterminé qu'une pratique d'enseignement axée sur l'intégration de logiciels, comme CMM-Quest, améliorerait l'enseignement et ainsi, le processus d'apprentissage des élèves. Or, tout comme dans l'étude de Hsiao et al. (2014), les résultats de cette recherche quantitative proviennent d'un faible échantillon (une classe contrôle de 35 élèves et une classe expérimentale de 31 élèves) qui ne semble pas permettre de généraliser les conclusions émises par les chercheurs. Un échantillon plus imposant aurait été à envisager, et ce, tant pour l'étude de Hwang et al. (2014) que pour celle de Hsiao et al. (2014). Pour finir, il est étonnant de constater dans l'étude de Goodnough et al. (2019) que le cadre théorique retenu pour étudier les connaissances pédagogiques repose sur le modèle de Shulman (1986). Bien qu'essentiel à la compréhension de l'interaction entre les connaissances pédagogiques et les connaissances disciplinaires, le modèle de Shulman ne tient pas compte des connaissances technologiques mobilisées par les enseignants. Considérant que l'étude de Goodnough et al. (2019) se déroule dans un contexte d'utilisation d'un logiciel spécifique, il semblerait nécessaire d'identifier les connaissances technologiques mobilisées par un plus grand nombre d'enseignants ainsi que d'expliquer leur influence sur les autres types de connaissances.

1.3.2.3 Pratiques ancrées dans des connaissances disciplinaires

Parmi les chercheurs s'étant intéressés aux pratiques d'enseignement exploitant les outils numériques en S&T, certains se penchent sur l'importance des connaissances disciplinaires à mobiliser. Pour sa part, Akpınar (2013) a mené une étude quasi expérimentale auprès d'une classe d'une école primaire de la Turquie impliquant un enseignant souhaitant utiliser des animations interactives informatisées comme outil de présentation à des élèves de 12 et 13 ans. L'enseignant a abordé le concept d'électricité statique, et ce, à raison de trois cours de 40 minutes par semaine – durant dix semaines

– dans deux groupes (groupe contrôle = 27 et groupe expérimental = 30), dont un intégrant les animations interactives informatisées. Les résultats de cette recherche relèvent que l’enseignant peut prévenir la formation de conceptions erronées chez les élèves et qu’il voit sa pratique d’enseignement en S&T bonifiée, notamment lorsqu’il utilise des animations interactives spécifiques au concept d’électricité statique. Il semble ainsi que de combiner une bonne connaissance des contenus disciplinaires avec des outils numériques permettrait de mieux soutenir l’enseignement et par le fait même, d’obtenir des retombées positives sur les apprentissages.

Les propos formulés précédemment sont cohérents avec ceux relevés dans la recherche de Kerawalla et al. (2012). Ces derniers ont fait expérimenter le logiciel Talk Factory pour soutenir une plénière touchant le concept d’évaporation. Cette étude a eu lieu au Royaume-Uni dans deux classes d’élèves âgés de 9 et 10 ans d’une école primaire. Les résultats de cette recherche qualitative montrent que les enseignants qui savent comment construire les concepts autour d’une notion spécifique voient leurs pratiques d’enseignement bonifiées lorsqu’ils utilisent ce logiciel. Talk Factory est une application en ligne très intuitive qui permet de soutenir une discussion en classe, et ce, grâce à ses différentes fonctionnalités. Maîtrisant bien la matière enseignée, il apparaît que les enseignants sont davantage en mesure d’instaurer un espace dialogique où chaque élève peut ouvertement proposer, remettre en question et analyser des idées dans un environnement qui met de l’avant la discussion. De plus, il semble que la régulation des apprentissages se fasse plus facilement en raison de l’utilisation des différentes fonctionnalités proposées par Talk Factory. Au final, un enseignant qui connaît bien sa matière est en mesure de mieux soutenir son enseignement des S&T lorsqu’il exploite un tel logiciel. Enfin, les auteurs ajoutent que d’autres études seraient nécessaires auprès d’une plus grande population.

Une autre étude, celle menée par Isik-Ercan et al. (2014), se penche sur l’enseignement soutenu à l’aide de la visualisation 3D, et ce, pour des concepts en astronomie reliés

aux mouvements de la Terre, de la Lune et du Soleil, à l'alternance du jour et de la nuit, à l'apparition des saisons et aux multiples aspects de la Lune. L'objectif de cette recherche qualitative était de décrire à travers une étude de cas les pratiques d'enseignement dans une classe de 2^e année dans une école primaire du Midwest américain par rapport à l'utilisation de la visualisation 3D pour l'enseignement des S&T. Les résultats obtenus des chercheurs révèlent que les enseignants qui connaissent certaines stratégies didactiques permettant la construction des apprentissages autour d'un contenu spécifique – dans ce cas-ci, les phénomènes en astronomie – sont en mesure de mieux soutenir leur enseignement en le rendant moins abstrait. Grâce à l'insertion de la visualisation 3D, l'enseignant a été capable d'intégrer à sa pratique des vidéos, des photos et des simulations spécifiques aux notions vues. Selon les auteurs, l'enseignement semble avoir été facilité et il a permis d'aborder des notions parfois plus abstraites liées à ce concept. Enfin, le fait de comprendre les obstacles auxquels les élèves peuvent être confrontés lorsqu'un contenu comme les phénomènes en astronomie est abordé mène les enseignants vers une sélection et une utilisation judicieuses des outils numériques.

En résumé, il apparaît que les pratiques d'enseignement s'ancrent dans les connaissances disciplinaires des enseignants lorsqu'ils intègrent les outils numériques dans les S&T. En effet, à l'issue de l'étude d'Akpınar (2013), il semble qu'une bonne connaissance des contenus à enseigner permette de mieux soutenir l'enseignement des S&T lors de l'intégration des outils numériques. Ce constat s'est aussi avéré dans l'étude de Kerawalla et al. (2012). À l'instar d'Isik-Ercan et al. (2014), le fait de bien connaître les stratégies didactiques liées à l'apprentissage de certaines notions plus abstraites comme les phénomènes en astronomie amène les enseignants à mieux soutenir leur enseignement.

Quelques critiques et conclusions intéressantes peuvent être relevées au regard des écrits présentés dans cette section portant sur les pratiques ancrées dans des

connaissances disciplinaires. Dans un premier temps, du point de vue méthodologique, la recherche de Akpınar (2013) contient un nombre de participants très faible pour le type de recherche envisagé. Avec seulement un groupe contrôle de 27 élèves et un groupe expérimental de 30 élèves, il semble peu probable de généraliser les conclusions tirées de ce type d'étude quantitative. Il aurait sans doute été intéressant de comparer plusieurs classes, voire plusieurs niveaux afin de dresser un portrait réaliste de leur utilisation. Étant donné que cela n'a pas été fait, il faudra demeurer prudent face aux différents résultats présentés. Dans un second temps, l'article de Kerawalla et al. (2012) n'approfondit pas suffisamment l'analyse et la discussion des résultats obtenus auprès des enseignants rencontrés. En effet, leur discussion des résultats montre un manque d'appuis théoriques permettant de soutenir les propos avancés. Ce manquement est probablement dû à un cadre théorique peu développé dans le cadre de leur recherche. Dans un troisième et dernier temps, les résultats issus de l'étude d'Isik-Ercan et al. (2014) apparaissent concluants. Il s'avère intéressant et pertinent sur le plan scientifique de retenir les constats observés par ces chercheurs dans le cadre de cette thèse.

1.4 Problème de recherche

Rappelons tout d'abord l'importance pour les élèves du primaire de recevoir une formation scientifique et technologique de qualité, et ce, dès le primaire. Il est nécessaire de permettre aux élèves de développer leur culture scientifique et technologique en vue de répondre aux besoins de la société de demain (La Madeleine, 2014). Cette formation semble toutefois être déficiente, dans la mesure où le statut précaire de l'enseignement des S&T au primaire est clairement identifié par des instances gouvernementales (CSE, 1982, 2013) et scientifiques (Milner et al., 2012; Minier et Gauthier, 2006) tant au Québec qu'à l'international. Comme mentionné précédemment, certains facteurs dont le manque de temps accordé à la discipline, le

peu de formation initiale, le faible sentiment de compétence des enseignants, les croyances négatives ainsi qu'une faible diversification des pratiques d'enseignement semblent affecter l'enseignement des S&T au primaire, notamment au Québec (CSE, 2013). Néanmoins, certaines avenues sont privilégiées pour contrer cette situation qui affecte l'enseignement des S&T. L'exploitation des outils numériques en est une à nos yeux.

Parmi les études qui ont tenté de montrer la pertinence d'exploiter les outils numériques pour soutenir les pratiques d'enseignement en S&T, des constats ont émergé. De ces constats, il apparaît que les pratiques d'enseignement découlent de connaissances technologiques (Chai et al., 2019; Hechter et Vermette, 2014; Kersaint et al., 2014; Tavares et al., 2021), pédagogiques (Goodnough et al., 2019; Hsiao et al., 2014; Hwang et al., 2014; Kung-Teck et al., 2013; Otrell-Cass et al., 2012; Töman et al., 2013) et disciplinaires (Akpınar, 2013; Isik-Ercan et al., 2014; Kerawalla et al., 2012). Bien que plusieurs études abordent les connaissances mobilisées dans l'enseignement des S&T exploitant les outils numériques, elles le font parfois en vase clos, c'est-à-dire qu'elles perçoivent les connaissances technologiques, pédagogiques et disciplinaires comme étant séparées, et non comme un tout faisant partie d'un ensemble. Il est possible de constater que malgré le fait que les auteurs traitent plus spécifiquement d'une de ces connaissances, leurs recherches présentent des failles dans leur structure.

Tout d'abord, sur le plan conceptuel des recherches, rappelons les études de Goodnough et al. (2019), de Kerawalla et al. (2012) et d'Otrell-Cass et al. (2012), qui proposent un cadre conceptuel où les principaux éléments théoriques sont questionnables et pour certains, peu définis, ce qui nuit à la discussion des résultats et à la compréhension des modèles théoriques utilisés dans leur recherche. Ensuite, sur le plan méthodologique se retrouvent les recherches d'Akpınar (2013), Chai et al. (2019), Hechter et Vermette (2014), Hwang et al. (2014), Kersaint et al. (2014), Tavares et al. (2021) et Töman et al. (2013), qui proposent un devis méthodologique parfois peu

développé et qui n'amène pas toujours à bien comprendre la réalité unique de chaque enseignant. Pour la majorité de ces études, les résultats permettent difficilement d'expliquer en profondeur les pratiques d'enseignement en classe à la lumière des connaissances mobilisées en contexte d'exploitation des outils numériques. De plus, sur le plan de l'analyse des données, mentionnons les recherches de Kerawalla et al. (2012) et de Töman et al. (2013), qui n'approfondissent pas suffisamment la discussion de leurs résultats. Notons enfin que l'essentiel des études qui ont abordé les pratiques d'enseignement exploitant les outils numériques le fait de manière quantitative. En effet, peu de travaux offrent une analyse qualitative en profondeur des pratiques d'enseignement en regard des connaissances mobilisées dans l'exploitation des outils numériques en S&T par un accès aux pratiques réelles des enseignants, et non pas seulement aux pratiques déclarées dans un questionnaire à visée quantitative.

Une analyse qui tiendrait compte de l'arrimage de ces trois types de connaissances (connaissances technopédagogiques axées sur le contenu disciplinaire) dans un milieu spécifique favoriserait une étude plus en profondeur de ces connaissances au regard des pratiques d'enseignement des enseignants du primaire qui exploitent des outils numériques en S&T. Cela permettrait de mieux comprendre les connaissances à mobiliser afin de bonifier les pratiques d'enseignement en S&T. À ce jour, aucune étude de ce genre ne semble avoir été réalisée au Québec. En définitive, cette recherche se préoccupe du statut précaire de l'enseignement des S&T à l'école primaire, et ce, en s'intéressant aux connaissances mobilisées par les enseignants dans leurs pratiques d'enseignement exploitant les outils numériques en S&T. Cette étude pourra servir de levier pour les prochaines recherches qui viseront à se questionner sur l'enseignement des S&T exploitant les outils numériques, notamment au regard des connaissances qui y seront mobilisées.

1.5 Question de recherche

À la lumière de l'exposé critique des écrits scientifiques retenus, il est suggéré de s'intéresser plus spécifiquement à la prise en compte des connaissances technologiques, pédagogiques et disciplinaires et de leur combinaison lors de l'exploitation des outils numériques dans l'enseignement des S&T. Bien que les recherches actuelles apportent des éléments de compréhension, il demeure que certaines limites sur le plan conceptuel, de la méthodologie et des résultats sont à considérer et posent une problématique de recherche importante. Il semble qu'une étude québécoise qui décrit, en fonction d'un solide cadre théorique, les connaissances technologiques, pédagogiques et disciplinaires mobilisées ainsi que leurs interrelations dans le cadre des pratiques d'enseignement des enseignants québécois de niveau primaire en regard de l'exploitation des outils numériques en S&T est à envisager.

Ainsi, ce présent problème de recherche débouche sur une question générale de recherche ainsi formulée :

- De quelles façons sont mobilisées les connaissances technologiques, pédagogiques et disciplinaires dans les pratiques d'enseignement d'enseignants québécois de niveau primaire exploitant les outils numériques en S&T?

CHAPITRE II

CADRE DE RÉFÉRENCE

Rappelons que cette thèse s'inscrit dans un contexte où l'enseignement des S&T au primaire est précaire, et que les outils numériques sont de plus en plus intégrés dans les milieux scolaires. En cohérence avec cette situation, la thèse envisage l'étude des connaissances mobilisées par les enseignants du primaire exploitant les outils numériques pour soutenir leurs pratiques d'enseignement. Étape fondamentale au processus de recherche (Gohier, 2011), ce chapitre permet l'élaboration des fondements théoriques portant sur les principaux concepts et modèles sur lesquels repose l'étude.

Dans un premier temps, les S&T sont définies au regard des lignes directrices prescrites par le Ministère dans le PFEQ étant donné que cette recherche se déroule spécifiquement au Québec. Dans un deuxième temps, occupant une place importante dans cette thèse, les outils numériques sont définis. Dans un troisième temps, le concept de « pratiques d'enseignement » est développé. Dans un quatrième temps, les connaissances mobilisées par les enseignants sont expliquées à partir de modèles proposés dans les écrits scientifiques. Ces modèles sont exposés et critiqués en vue de retenir celui qui permettra de soutenir l'analyse des données. Pour clore ce chapitre, les objectifs sont formulés et permettent d'orienter la méthodologie de recherche.

2.1 Sciences et technologie (S&T)

Le PFEQ distingue « sciences » et « technologie » en présentant le sens de chacun à l'intérieur de la formation scientifique et technologique des élèves du primaire. D'un côté, la science⁸ « vise à décrire et à expliquer le monde, le monde qui entoure les élèves, y compris les divers phénomènes naturels » (MELS, 2006, p. 144). De l'autre côté, selon le Ministère, la technologie⁹ « applique les découvertes de la science tout en contribuant à son développement » (p. 144), et ce, en tentant de répondre aux besoins technologiques des humains. Bien que ces concepts aient deux visées différentes, le PFEQ les relie intimement, de sorte que lorsque l'on traite des « sciences » et de la « technologie », il les associe continuellement. La présente thèse s'inscrit dans cette vision dans la mesure où la façon avec laquelle les savoirs essentiels (ou notions) sont articulés dans le PFEQ ne fait pas de distinction précise entre les sciences et la technologie.

Pour sa part, Thouin (2009) définit l'activité scientifique, et plus spécifiquement les sciences et la technologie, comme étant des ensembles organisés de connaissances relatives à certaines catégories de phénomènes, une activité rationnelle et rigoureuse et une acquisition de savoirs scientifiques issus de ces activités. Ces savoirs en S&T, c'est-à-dire les notions devant être abordées par un enseignant du primaire au Québec, sont divisés en trois univers : univers vivant, univers matériel, et Terre et Espace. C'est autour de ces univers que sont articulées les pratiques d'enseignement en S&T au primaire.

⁸ Bien que le PFEQ écrive le terme « science » au singulier, il est plutôt écrit au pluriel dans cette thèse puisqu'il concerne plusieurs sciences, notamment la chimie, la physique, la géologie, la biologie et l'astronomie.

⁹ La technologie doit être considérée ici au sens de l'ingénierie (p. ex., des engrenages) et non au sens des outils numériques (p. ex., des ordinateurs ou des tablettes numériques).

Dans le cadre de cette thèse, il est prévu de jumeler les S&T telles que définies précédemment avec les outils numériques. Afin de clarifier ce que sont les outils numériques, la prochaine section vise à montrer l'évolution conceptuelle et à définir les concepts retenus.

2.2 Outils numériques

Puisque cette thèse porte sur l'exploitation des outils numériques dans un contexte d'enseignement, il apparaît important de tracer l'évolution du terme « outils numériques » à travers le temps et de le définir. Pour illustrer la complexité liée à la définition de ce terme, une recension des écrits permet d'observer l'ampleur de la diversité des définitions qui y sont attribuées.

Bien avant le recours au terme « outils numériques », l'utilisation du terme « TIC » pour « technologies de l'information et de la communication » était répandue dans le milieu de l'éducation. Pour sa part, Fluckiger (2008) déclare que « l'informatique » est un terme couramment utilisé dans le milieu éducatif. Plus spécifiquement, il a été inventé en France en 1962 et défini par l'Académie française en 1966 comme étant l'ensemble des machines automatiques qui permettent à la fois d'informer et de communiquer dans les domaines technique, économique et social. Pour Baron et Bruillard (2001), l'« information », une déclinaison du terme « informatique », fait référence au traitement des connaissances et des données, plutôt qu'aux renseignements que l'on peut donner à un public. D'un point de vue sémantique, cette distinction suggère que l'information est issue de codes de programmation, ce qui rendrait son utilisation peu appropriée pour le domaine de l'éducation.

Par ailleurs, l'informatique ayant longtemps eu l'ordinateur comme seul matériel physique se veut davantage un langage, un domaine, voire une science en elle-même

(Arsac, 1970, cité dans Baron et Bruillard, 2001) plutôt qu'un ensemble d'outils ou de pratiques. C'est ainsi que vers la fin des années 1980, l'« ordinateur », qui auparavant représentait la technologie, laissait place maintenant aux « technologies de l'information » (TI) (Ezzayani, 2013). Au fil des années 1990, la venue de nouvelles formes de communication, par exemple la messagerie électronique, enclenche une transformation du rapport entre les technologies et les utilisateurs. En effet, il est désormais possible de traiter de l'information et de communiquer celle-ci à travers des technologies qui s'améliorent et se développent graduellement. C'est à ce moment que le terme « TIC » fait son apparition (Ezzayani, 2013).

Comme mentionné par Diallo (2011), l'acronyme TIC, utilisé pour désigner des produits, des applications et divers éléments informatiques en éducation, s'est décliné durant ces dernières années en plusieurs nuances : NTI (nouvelles technologies de l'information), NTIC (nouvelles technologies de l'information et de la communication), TI (technologies de l'information), TICE (technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement) et TUIC (technologies usuelles de l'information et de la communication). Toutefois, à cette époque, le terme généralement répandu et accepté dans le monde de l'éducation était « TIC » (Baron, 2014). Il n'en reste pas moins que ce terme semble évoluer sans nécessairement être clairement défini et discuté par rapport à ce qu'il inclut ou représente. Qui plus est, Fluckiger (2008) explique que les TIC peuvent d'un côté être présentées comme étant une discipline scolaire, et de l'autre côté comme étant des outils pouvant soutenir l'enseignement et les apprentissages de disciplines.

Du côté des écrits ministériels, le ministère de l'Éducation du Québec (MEQ, 2001) tente de clarifier le concept dans le PFEQ en définissant les TIC comme étant « des outils, des instruments et des ressources au service de l'enseignement et de l'apprentissage ». Il ajoute aussi que les TIC peuvent servir de moyens consultatifs et de production. Cette définition, appliquée au domaine de l'éducation, rejoint en partie

celle de l'Office québécois de la langue française (OQLF) qui s'avère plus générale. En effet, l'OQLF (2008) présente les TIC comme étant des technologies issues de l'informatique, de techniques évoluées du multimédia et des télécommunications, qui ont permis de mieux communiquer, d'améliorer le traitement, l'enregistrement, la diffusion et le partage d'information.

Du côté des écrits scientifiques, Grégoire et al. (1996) présentent les TIC comme étant des technologies – par exemple l'ordinateur – qui peuvent mémoriser, traiter, communiquer et partager une quantité importante de données diversifiées. S'inspirant de Grégoire et al. (1996), du MEQ (2001) et de l'OQLF, Lefebvre (2005) définit les TIC en expliquant que celles-ci

représentent pour le domaine de l'éducation des outils de consultation et de production au service de l'enseignement et de l'apprentissage qui font appel à l'ordinateur et autres périphériques. Elles permettent, en outre, de traiter de l'information et de communiquer en temps réel ou différé (p. 38).

Pour sa part, Amemado (2010) aborde les TIC davantage sous l'angle des technologies de l'information en expliquant qu'elles sont des outils techniques qui permettent et favorisent la communication et les échanges entre plusieurs individus. De son côté, Diallo (2011) traite des TIC sous l'angle des technologies de la communication et explique qu'elles désignent un ensemble de technologies qui permettent « la production, la consultation, la présentation, l'organisation, le traitement de l'information et aussi la transmission pour des fins d'enseignement et d'apprentissage et de développement éducatif » (p. 45).

Force est de constater les multiples idées qui se trouvent parmi tous les auteurs qui ont tenté de définir les TIC. Bien que Fluckiger (2008) présente les TIC comme faisant indéniablement partie du paysage scolaire, désignant tantôt une discipline scolaire en soi, tantôt une gamme d'instruments servant à appuyer les disciplines d'un curriculum,

il semble que les TIC représentent pour les auteurs cités précédemment des outils qui viennent soutenir l'enseignement et les apprentissages.

À la lumière des écrits précédents, il est important de constater que la définition et la compréhension du terme « TIC » a évolué dans le domaine de l'éducation. Depuis 2018, le MEES a mis sur pied le *Plan d'action numérique en éducation et en Enseignement supérieur* ayant pour objectif de bonifier l'intégration et l'exploitation des outils numériques auprès des enseignants et des élèves. Avec la venue de ce plan, le *Cadre de référence de la compétence numérique* (MEES, 2019) a vu le jour. Il présente douze dimensions de la compétence numérique à développer tant chez les enseignants que chez les élèves. Il actualise en outre la définition des TIC et en suggère une qui concerne spécifiquement les outils numériques. La définition s'articule comme suit :

Technologies de l'information et de la communication, y compris les ordinateurs de bureau ou ordinateurs portables, les téléphones mobiles, les tablettes numériques et autres dispositifs de traitement et de transmission d'information par le numérique. Les TIC désignent autant les aspects matériels que les aspects logiciels. (p. 33)

Cette définition des TIC se réfère à des éléments techniques, c'est-à-dire au matériel informatique qui permet à l'utilisateur d'accéder à des données. Il s'agit ainsi d'éléments physiques qui peuvent être très diversifiés selon ce qui est intégré dans les écoles. Les TIC font partie d'un ensemble de techniques et de technologies identifié comme étant le « numérique » par le MEES (2019). La définition du « numérique » s'inscrit comme suit dans le *Cadre de référence de la compétence numérique* :

Ensemble des techniques et des technologies de production, de stockage, de traitement, de diffusion et d'échange de l'information et des applications de l'information, y compris les systèmes d'intelligence artificielle. Il fait référence, indistinctement, aux technologies de l'information et de la communication, aux technologies numériques,

aux infrastructures numériques ainsi qu'aux données qu'elles produisent et recueillent. (p. 32)

Pour ce qui est des outils numériques, la définition s'articule comme suit : « Technologies utilisées pour une fonction particulière liée au traitement de l'information, à la communication, à la création de contenu, à la sécurité ou à la résolution de problèmes ». (p. 32)

Qui plus est, le MEES (2019) différencie les types d'outils numériques en trois catégories : outils numériques disciplinaires (pour l'enseignement et l'apprentissage d'une discipline), outils numériques pédagogiques (pour l'enseignement et l'apprentissage dans une situation pédagogique) et outils numériques technologiques (pour l'enseignement et l'apprentissage des compétences technologiques). Il est ainsi possible de constater que le terme « outils numériques » ne renvoie pas seulement au côté technique du numérique, mais aussi aux diverses retombées qu'il peut avoir pour l'enseignement et l'apprentissage. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'il est souhaité de retenir ce terme et de le définir comme étant des outils en mesure d'influer sur la pédagogie, sur la discipline ainsi que sur la compétence numérique.

L'exploitation des outils numériques a fait l'objet de nombreuses études au fil des dernières années, notamment en éducation. Cet intérêt marqué pour leur exploitation dans les pratiques d'enseignement croît constamment, notamment lorsqu'il est question de leur utilisation par les enseignants. Certaines pratiques d'enseignement ont inclus l'exploitation des outils numériques en vue de soutenir les enseignants et les élèves. Ainsi, il incombe de bien définir ce que sont les pratiques d'enseignement.

2.3 Pratiques d'enseignement

D'abord, il est nécessaire de distinguer les pratiques d'enseignement de la pratique enseignante. Cette distinction est effectuée par plusieurs auteurs, dont Broccolichi et Roditi (2014), Bru (2002), Bru et Maurice (2001), Bru et Talbot (2001), Clanet et Talbot (2012), Lefebvre (2005) de même que Robert et Rogalski (2002). Robert et Rogalski (2002) mentionnent que la pratique enseignante est à la fois complexe, stable et cohérente tout en étant le résultat des connaissances, des représentations, des expériences et de l'histoire individuelle de chaque enseignant. La pratique enseignante étant influencée par des facteurs à la fois intrinsèques et extrinsèques, Broccolichi et Roditi (2014) ajoutent qu'elle est composée de variations influencées de paramètres, ces derniers dépendant du parcours, des expériences et de la formation des enseignants.

Pour Bru et Maurice (2001), la pratique enseignante comprend toutes les actions entreprises par un enseignant au quotidien et dépasse largement ce que sont les pratiques d'enseignement. De façon plus globale, elle ne se limite pas seulement à l'apprentissage des élèves; elle comprend aussi des actions telles que les rapports formels et informels aux collègues et la relation avec les familles (Bru et Maurice, 2001). Le concept de pratique enseignante s'inscrirait en effet dans une visée plus globale de l'enseignement (Lefebvre, 2005). Enfin, Bru (2004) ainsi que Lefebvre (2005) expliquent que la pratique enseignante ne peut pas être singulière puisque cela attribuerait un caractère trop réducteur de ce qu'elle est. Bien que certains auteurs mélangent parfois les termes en expliquant que les pratiques d'enseignement sont un ensemble d'activités visant des résultats concrets, la plupart d'entre eux le retiennent lorsqu'ils traitent de l'acte d'enseigner. Les prochains paragraphes approfondissent ainsi ce que sont les pratiques d'enseignement.

Dans certains écrits, dont ceux de Charlier et al. (2002) et ceux de Clanet et Talbot (2012) qui touchent spécifiquement les actions réalisées dans l'enseignement, les

auteurs utilisent le terme « pratiques d'enseignement ». Pour sa part, Lefebvre (2005) explique que les pratiques d'enseignement sont attribuées aux actions que pose l'enseignant en classe avec ses élèves. Pour d'autres auteurs, dont Araújo-Oliveira (2012), Lenoir et al. (2006) ainsi que Spallanzani et al. (2001), les pratiques d'enseignement reposent sur l'intervention éducative ciblée pendant différentes phases : les phases préactive, active et postactive. Pour Araújo-Oliveira (2012), la définition de ces trois phases se décline ainsi :

La phase préactive constitue l'ensemble des actions de planification de l'enseignant en prenant pour base les orientations curriculaires, les savoirs des élèves et les conditions historiques et contextuelles de la situation éducative. La phase interactive, quant à elle, constitue l'action à proprement parler où entrent en jeu les conditions pédagogiques, didactiques et organisationnelles. Autrement dit, c'est la mise en situation des éléments prévus dans la phase de préaction. Enfin, la phase postactive renvoie à l'ensemble des procédures d'autoévaluation qui suivent l'action de l'enseignant en classe (évaluation de la mise en œuvre, réflexion sur les gestes posés, sur les tâches proposées, etc.). (p. 73)

Bien que Clanet et Talbot (2012) mentionnent que les pratiques d'enseignement consistent à mobiliser l'acte d'enseigner lors d'une situation de face à face pédagogique avec l'élève, il est retenu, au regard des auteurs cités précédemment, que ces pratiques se mobilisent aussi avant et après les pratiques déployées devant les élèves. En effet, il est considéré que ces pratiques sont issues d'intentions et de choix pédagogiques planifiés en amont et en aval de la séquence d'enseignement qui ont comme finalité l'apprentissage des élèves (Bru et Talbot, 2001).

Pour chaque phase, des connaissances sont mobilisées par l'enseignant afin d'effectuer les pratiques prévues dans chacune d'elles. Ces connaissances relèvent parfois de la pédagogie, du contenu à enseigner et parfois de techniques à employer lors de l'exploitation des outils numériques, et ce, dans un contexte d'enseignement (Koehler

et Mishra, 2009). Ce contexte peut s'inscrire dans l'enseignement des S&T au primaire comme le prévoit cette thèse. Certaines pratiques d'enseignement plus spécifiques à l'enseignement de ce champ disciplinaire doivent être prises en considération. La prochaine section en fait état.

2.3.1 Pratiques d'enseignement en S&T au primaire

Les pratiques d'enseignement en S&T au primaire sont variées et doivent s'inscrire – selon le PFEQ (MEQ, 2001) et selon plusieurs écrits en didactique sur le sujet, dont Hasni (2011) et Thouin (2009) – dans une approche constructiviste. Cette approche influence le rôle de l'enseignant et des élèves. L'enseignant jouera le rôle de médiateur, alors que l'élève sera constamment actif dans ses apprentissages.

Certaines pratiques d'enseignement visant à impliquer davantage les élèves dans leurs apprentissages en S&T doivent s'ancrer dans une approche permettant un engagement intellectuel des élèves dans leur processus d'apprentissage (Hasni, 2011). Pour Thouin (2009), l'atteinte de cette façon d'enseigner s'inscrit dans le constructivisme pédagogique tel que défini par Astolfi (2008). Comme le souligne Thouin (2009), ce type de constructivisme repose sur la construction des concepts et, plus spécifiquement, par rapport au changement conceptuel occasionné chez les élèves.

À ce sujet, Hasni (2011), à l'instar de Vygotski, mentionne l'importance de la prise en compte par l'enseignant des concepts scientifiques à enseigner aux élèves. Cette façon d'enseigner les S&T dépasse largement la réalisation d'une simple recherche sur Internet, comme l'indique Thouin (2009). Cela nécessite, selon l'auteur, des manifestations réelles du constructivisme pédagogique qui vont au-delà de la transmission des savoirs. En dépit des nombreuses recherches didactiques qui témoignent de la nécessité d'opter pour ce type de pratiques, il semble tout de même

que les milieux de pratique s'ancrent trop souvent dans une pédagogie transmissive, et ce, plus spécifiquement lorsqu'il est question des pratiques d'enseignement en S&T (Hasni, 2011; Minier et Gauthier, 2006; Thouin, 2009). De ces remarques découle que les pratiques constatées en classe doivent s'ancrer dans une pédagogie constructiviste où l'enseignant met à l'avant-plan un engagement accru et constant des élèves dans leurs apprentissages.

Selon la phase d'enseignement (préactive, active et postactive), l'enseignant met en oeuvre diverses pratiques lors de l'enseignement des S&T au primaire. Dans la phase préactive, il planifie la séquence d'enseignement en fonction des concepts prescrits en S&T dans le PFEQ. Il considère par le fait même le contexte dans lequel ces concepts sont abordés au regard des conceptions des élèves ainsi que des conditions d'enseignement et d'apprentissage. Il prévoit les stratégies pédagogiques qu'il mobilise en classe, et ce, en lien notamment avec les outils technologiques disponibles.

S'ensuit la phase active où diverses stratégies pédagogiques sont adoptées par l'enseignant afin de mettre en oeuvre la séquence d'enseignement qu'il a conçue. Selon l'approche pédagogique, l'enseignant favorise la participation des élèves dans leurs apprentissages. Comme indiqué précédemment, en S&T, deux courants sont fréquemment adoptés par les enseignants, c'est-à-dire le constructivisme et la pédagogie axée sur la transmission des savoirs. Dans le cas du constructivisme, les stratégies pédagogiques permettent aux élèves de jouer un rôle central dans le développement de leurs compétences et de leurs connaissances (p. ex., travail d'équipe, laboratoire, expérimentation, modélisation, collaboration, présentation). Dans le cas d'une pédagogie axée sur la transmission des savoirs, les stratégies pédagogiques concernent davantage l'enseignant lui-même (p. ex., exposé magistral, démonstration).

Enfin, la phase postactive permet à l'enseignant de dresser un bilan des gestes posés dans le cadre de ses pratiques d'enseignement. Dans ce cas-ci, l'enseignant de S&T

évalue les stratégies pédagogiques employées et leur efficacité au regard des contenus à enseigner. En outre, il évalue aussi l'efficacité pour l'enseignement et les apprentissages des outils numériques exploités en classe. Afin d'accéder à ces pratiques, il incombe de faire preuve de rigueur, notamment en étudiant les pratiques déclarées et les pratiques constatées lors de la collecte de données. La définition et les intentions de chacune de ces pratiques sont exposées dans la prochaine section.

2.3.2 Pratiques déclarées et constatées

Pour étudier les pratiques d'enseignement, et ce, peu importe le champ disciplinaire dans lequel elles s'inscrivent, Bru (2002) de même que Clanet et Talbot (2012) mentionnent la nécessité de s'intéresser à la fois aux pratiques déclarées et aux pratiques constatées dans la classe des enseignants. En effet, Bru (2002) explique que « les verbalisations ne peuvent être considérées comme le témoignage complet, strictement fidèle et exclusif de la pratique de ce ou celui qui les formule » (p. 67). Ainsi, l'analyse des pratiques est aussi tributaire du double regard porté à la fois par le chercheur et le praticien.

Les pratiques déclarées sont issues du discours des enseignants au regard de leurs pratiques actuelles et à venir (Clanet et Talbot, 2012). Elles leur permettent de vulgariser certaines intentions ou certaines prises de décisions difficilement observables en contexte d'enseignement (Lefebvre, 2005). Quant à elles, les pratiques constatées se construisent à partir d'activités d'observations menées en classe, dans le contexte. Ces observations sont encadrées à partir de protocoles et d'instruments qui permettent de les consigner et de les expliciter (Clanet et Talbot, 2012).

Bru (2002) mentionne que ces pratiques ne sont pas superposables. En effet, les informations engendrées par celles-ci sont complémentaires et reflètent à la fois les

intentions, les prises de décisions et les actions portées en classe. Ainsi, le recueil des pratiques déclarées et des pratiques constatées dans cette thèse est vu comme étant indispensable puisque ces dernières font ressortir différents types d'informations. Bru (2002) rappelle enfin que dans une perspective compréhensive et explicative, il est nécessaire de recourir à des approches singulières, notamment en s'intéressant à des cas et en menant des entrevues auprès des enseignants. Somme toute, la voie d'accessibilité aux pratiques d'enseignement consiste à considérer de façon complémentaire les pratiques déclarées et les pratiques constatées chez les enseignants qui participent à l'étude.

Dans le cadre de cette thèse, il est retenu que les pratiques d'enseignement non seulement se réalisent devant les élèves, mais elles se réalisent aussi avant et après l'acte d'enseigner en classe. Cette définition des pratiques rejoint celle de Spallanzani et al. (2001) ainsi que celle d'Araújo-Oliveira (2012) et de Lefebvre (2005). Des auteurs mentionnent que l'enseignement des S&T se fait souvent de façon magistrale (Hasni, 2011; Minier et Gauthier, 2006; Thouin, 2009), alors qu'il apparaît que les S&T nécessitent plutôt des pratiques d'enseignement de type constructiviste qui engagent continuellement les élèves dans leurs apprentissages (Hasni, 2011; Minier et Gauthier, 2006; Thouin, 2009). Afin d'étudier ces pratiques, il convient, selon Bru (2002), Clanet et Talbot (2012) et Lefebvre (2005), de recourir aux pratiques déclarées ainsi qu'aux pratiques constatées. La complémentarité de ces sources d'information permet une meilleure compréhension et une meilleure analyse des pratiques d'enseignement.

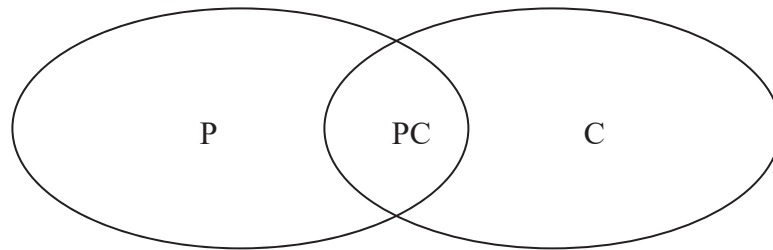
Il appert essentiel de tracer l'évolution de la compréhension des chercheurs au regard des pratiques d'enseignement en S&T, et ce, à la lumière des connaissances mobilisées. Les prochaines lignes permettent de positionner cette thèse par rapport à la définition retenue des connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement.

2.4 Connaissances mobilisées

Depuis quatre décennies, et plus particulièrement au cours des dernières années, un engouement certain pour la définition des connaissances mobilisées par les chercheurs s'est manifesté. À ce jour, plusieurs modèles existent et tentent de définir ce que devraient être les connaissances mobilisées par les enseignants. L'émergence de ces modèles découle de plusieurs années d'histoire liées à l'étude de ces connaissances. Agissant à titre de figure de proue, Shulman (1986) a été le premier à s'y intéresser. C'est à partir de ses travaux qu'un portrait de l'évolution de l'étude des connaissances est dressé. Ainsi, une exposition critique des modèles est présentée lors des prochaines sections et conduit au choix du modèle privilégié dans le cadre de cette thèse.

2.4.1 Modèle de Shulman

Dans les années 80, Shulman s'intéresse déjà aux connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement, et ce, dans diverses disciplines. Cet intérêt l'a mené à s'interroger sur les connaissances à mobiliser dans de bonnes pratiques lors de l'enseignement de contenus disciplinaires. Il conclut à travers ses recherches que de bonnes pratiques ne reposent pas uniquement sur des connaissances disciplinaires, mais aussi sur des connaissances pédagogiques (Shulman, 1986). En effet, avant que ces deux types de connaissances soient perçus comme étant nécessairement associés, les connaissances disciplinaires étaient grandement priorisées au détriment des connaissances pédagogiques. La venue du modèle de Shulman a permis de modifier cette vision. Une nouvelle lunette d'analyse des pratiques d'enseignement vit ainsi le jour, soit le modèle PCK (Pedagogical Content Knowledge/connaissances pédagogiques du contenu) de Shulman (1986) présenté à la figure 2.1. Les prochaines lignes sont dédiées à la présentation de ce modèle.



Légende :

P : connaissances pédagogiques; PC : connaissances pédagogiques axées sur le contenu disciplinaire;
C : connaissances disciplinaires)

Figure 2.1 : Modèle PCK de Shulman (1986)

À titre de pionnier, Shulman tente d'expliquer pour la première fois la pertinence de considérer les connaissances pédagogiques et disciplinaires dans les pratiques d'enseignement. Comme l'enseignement repose sur une multitude de connaissances, dont celles qui touchent au contenu et d'autres qui portent sur l'enseignement et l'apprentissage (Bachy, 2014), certaines pratiques d'enseignement mettent l'accent sur les contenus ainsi que sur l'enseignement et l'apprentissage. S'intéressant au fait que des approches en éducation mettent en évidence des connaissances disciplinaires et des connaissances pédagogiques, Shulman (1986) souligne l'importance d'associer et de traiter mutuellement ces types de connaissances. Il insiste sur le fait que la qualité d'un enseignement ne peut pas se caractériser à partir de l'une ou l'autre des connaissances. La jonction des connaissances pédagogiques et disciplinaires mène ainsi Shulman à créer le modèle PCK et à présenter la jonction regroupant à la fois les connaissances propres à chacune des disciplines enseignées et les connaissances pédagogiques utiles à des fins d'enseignement et d'apprentissage.

Le modèle de Shulman a inspiré plusieurs chercheurs et a été réutilisé dans de nombreuses études. Bachy (2014) et Mishra et Koehler (2006) en relèvent quelques-unes, dont celles de Cochran et al. (1993), van Driel et al. (1998) de même que Segall (2004). De nos jours, lorsqu'il est question de connaissances à mobiliser dans l'enseignement, la reprise du modèle de Shulman est nécessaire pour mieux comprendre les caractéristiques associées à chacun des types de connaissances.

Bien qu'intéressant, ce modèle essuie tout de même quelques critiques. Au fil des années, Shulman (2007) a lui-même amélioré son modèle en mentionnant la nécessité de clarifier les connaissances curriculaires, c'est-à-dire la connaissance des programmes élaborés pour l'enseignement des disciplines. Par ailleurs, il semble que la dimension contextuelle du modèle soit absente; cela nuirait à son opérationnalisation chez le chercheur désireux d'appliquer ce dernier dans un contexte spécifique. Conscients de cette limite, des chercheurs comme Koehler et Mishra (2009) ont bonifié plus tard le modèle en ajoutant l'importance d'intégrer la connaissance du contexte. Il en sera question dans la section 2.4.3.

En résumé, le modèle de Shulman (1986) considère les connaissances pédagogiques et disciplinaires ainsi que la jonction entre les deux types de connaissances. Il importe toutefois de prendre en compte la critique de Shulman (2007) et de bien intégrer à travers ce modèle les connaissances inhérentes aux programmes élaborés pour l'enseignement des disciplines. Depuis l'avènement du PCK, d'autres modèles ont émergé, dont celui de Mishra et Koehler (2006), le TPCK. Cité abondamment dans les recherches depuis 2006, le modèle de Mishra et Koehler (2006) retient notre attention dans la prochaine section.

2.4.2 Modèle de Mishra et Koehler

Pour Mishra et Koehler (2006), la réalité selon laquelle les technologies sont omniprésentes dans le quotidien des enseignants et influencent leurs pratiques d'enseignement nécessite de considérer aussi leurs connaissances technologiques. Ainsi, les auteurs proposent un modèle adapté de celui de Shulman (1986) dans lequel les connaissances technologiques des enseignants prennent une place aussi importante que les connaissances pédagogiques et disciplinaires. Ils revisitent le modèle de Shulman en ajoutant un ensemble, soit celui portant sur les connaissances technologiques, comme illustré à la figure 2.2. Chacune des connaissances est issue de trois ensembles de savoirs : pédagogique, disciplinaire et technologique.

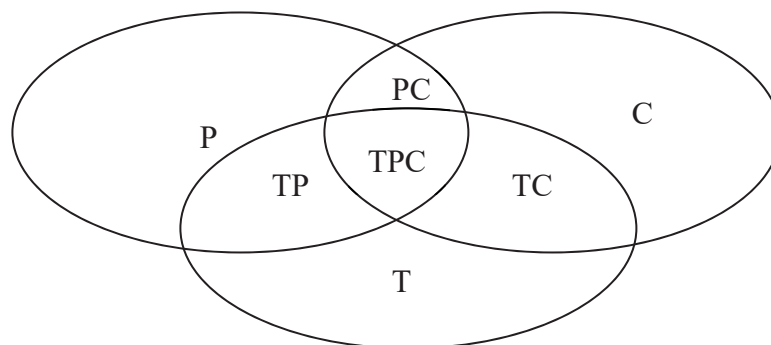


Figure 2.2 : Modèle TPC de Mishra et Koehler (2006)

De façon succincte, les savoirs et leurs interrelations se déclinent ainsi. Le premier ensemble porte sur le savoir technologique (T), qui témoigne des connaissances techniques/technologiques de l'enseignant à utiliser par exemple certains logiciels, à faire de la mise en page, à préparer des supports visuels ou à envoyer des courriels (Lefebvre et al., 2012; Lefebvre et al., 2016). Ces connaissances technologiques permettent à l'enseignant de réaliser plusieurs tâches qui incluent l'utilisation d'outils numériques. Le deuxième ensemble concerne le savoir pédagogique (P). En cohérence avec Shulman (1986), ce savoir illustre principalement des connaissances

pédagogiques et la compréhension chez les enseignants des processus d'enseignement et d'apprentissage, des pratiques et des méthodes d'enseignement en classe. De plus, il touche aussi les connaissances des enseignants en matière d'évaluation des apprentissages et de gestion de classe (Lefebvre et al., 2012; Lefebvre et al., 2016). Le troisième ensemble vise le savoir lié au contenu disciplinaire à enseigner (C). Il regroupe à la fois les connaissances disciplinaires, les connaissances liées aux concepts du domaine à enseigner, la nature de ces connaissances et les obstacles épistémologiques (Lefebvre et al., 2012; Lefebvre et al., 2016).

Ce modèle met en relation les différentes combinaisons des savoirs par les enseignants. La première combinaison associe le savoir technologique au savoir disciplinaire (TC). Celle-ci exprime les connaissances qu'ont les enseignants à présenter le contenu à l'aide des technologies, et ce, en vue de bonifier leur enseignement. Les enseignants connaissent les avantages et les limites d'opter pour une technologie précise en fonction du concept enseigné (Lefebvre et al., 2012; Lefebvre et al., 2016). La deuxième combinaison réunit le savoir technologique au savoir pédagogique (TP). Celle-ci présente des connaissances relatives aux technologies utilisées dans différents contextes d'enseignement et d'apprentissage (Lefebvre et al., 2012; Lefebvre et al., 2016). La troisième combinaison rassemble les savoirs pédagogique et disciplinaire (PC). Cette combinaison met en lien les connaissances du contenu de l'enseignant avec les pratiques qui contribuent à l'apprentissage de nouvelles notions chez les élèves (Lefebvre et al., 2012; Lefebvre et al., 2016).

À l'intersection des savoirs T, P et C se retrouve l'interrelation identifiée par Mishra et Koehler (2006), le TPACK. Cette interrelation met en évidence la compréhension et la négociation entre les savoirs technologiques, pédagogiques et disciplinaires (Lefebvre et al., 2012; Lefebvre et al., 2016).

Des auteurs tels que Angeli et Valanides (2009), Lee et al. (2006), Niess et al. (2006) ainsi que Slough et Connell (2006), ont repris ce modèle dans le cadre de leurs recherches. Parmi ces dernières, certaines critiques ont été adressées au modèle TPCK. Par exemple, Angeli et Valanides (2009) traitent de la nécessité de questionner la robustesse d'un tel cadre ainsi que la clarification théorique de chacun des ensembles qui composent ce modèle. En effet, selon les auteurs, il semblerait que la définition de chacun des ensembles ne permettrait pas de distinguer finement les types de connaissances, ce qui causerait un défi au plan épistémologique et méthodologique. Cette critique intervient alors que d'autres chercheurs, dont Harris et Hofer (2011), mentionnent que le modèle TPCK s'avère trop généraliste lorsqu'appliqué en enseignement, c'est-à-dire qu'il permet difficilement de définir précisément les connaissances. À l'instar de ces chercheurs, il apparaît essentiel de s'interroger et d'approfondir non seulement les ensembles du modèle TPCK, mais aussi le contexte dans lequel il est utilisé. Pour surmonter cette limite, Koehler et Mishra (2009) ont adapté leur modèle en classifiant l'aspect contextuel inhérent à son implantation dans une classe. Cette révision fait l'objet de la prochaine section.

2.4.3 Modèle adapté de Koehler et Mishra

Comme mentionné précédemment, les critiques liées au TPCK ont conduit Mishra et Koehler à modifier quelque peu leur modèle. En effet, un modèle revu fait son apparition et voit son sigle révisé dès 2009 en adoptant dorénavant l'acronyme TPaCK. L'ajout du « a » dans le sigle a pour but de resserrer et de favoriser l'intégration des trois types de savoirs (pédagogique, disciplinaire et technologique) (Schmidt et al., 2009). Pour Koehler et Mishra (2009), une intégration réussie des outils numériques dans l'enseignement de contenus disciplinaires autour d'une approche pédagogique adoptée par l'enseignant nécessite une prise en considération des connaissances associées au modèle TPaCK dans leur contexte particulier. Ce contexte peut être le

milieu sociodémographique de l'élève, l'école ou encore la classe. Puisque l'exploitation des outils numériques peut se faire dans divers milieux, Koehler et Mishra (2009) expliquent qu'il est nécessaire de définir rigoureusement le contexte dans lequel ils sont exploités. La figure 2.3, les connaissances ainsi que les interrelations sont de même nature que celles présentées à la section précédente en étant entourées d'un contexte bien défini.

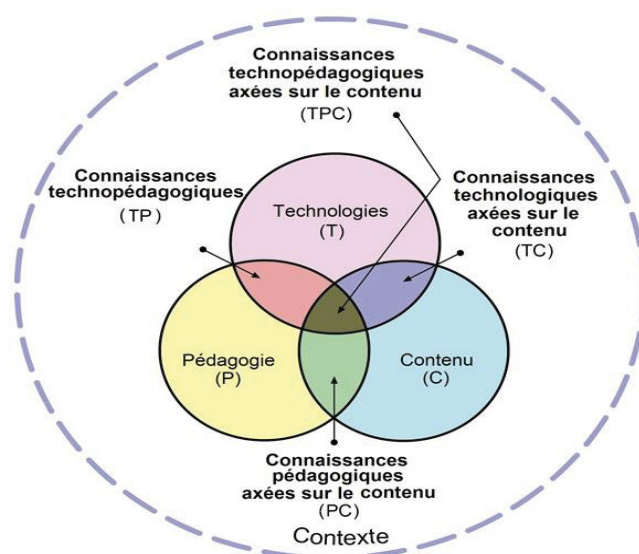


Figure 2.3 : Modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009) [traduction libre de Lefebvre et al., 2016]

Reproduction autorisée, © 2012 par tpack.org

Cette version du TPaCK représente un prolongement de la version précédente qui, cette fois-ci, comprend la diversité des contextes d'enseignement. Au fil des années, le modèle a été cité dans de nombreuses études, dont celles de Bos (2011), Doğan (2012), Koh et al. (2014), Samson et al. (2016) et Yeh et al. (2015). Bien qu'utilisé abondamment par les chercheurs, ce modèle a tout de même fait l'objet de critiques à la suite de sa présentation. Angeli et Valanides (2009) se sont penchés sur l'utilisation du modèle TPaCK comme cadre d'analyse dans les recherches liées à l'exploitation

des outils numériques dans l'enseignement et l'apprentissage. Ils se sont à nouveau questionnés sur les frontières qui délimitent les composantes du modèle en expliquant qu'elles sont parfois floues et que leur catégorisation présente certaines limites. Cette problématique soulevée par Angeli et Valanides (2009) les a amenés à poursuivre leurs réflexions et à s'interroger sur la façon d'interpréter le modèle TPaCK. En effet, une de leur critique demeure que le TPC – c'est-à-dire la portion centrale qui relie chacun des savoirs – est un ensemble distinct représentant une connaissance spécifique ou plutôt une juxtaposition de connaissances pédagogiques, disciplinaires et technologiques. Dans le cas où il s'agirait d'un ensemble de connaissances distinct des autres connaissances, le TPC serait considéré à part entière. Dans le cas où, cette fois, le TPC serait considéré comme l'addition de chacune des connaissances, il serait nécessaire de bien les identifier en vue d'arriver à la jonction commune qu'est le TPC dans le modèle de Koehler et Mishra (2009). Cette critique à la fois conceptuelle et complexe montre la nécessité de bien définir d'une part, chacun des ensembles de connaissances et, d'autre part, la façon dont le modèle est interprété dans la recherche qui le mobilise.

Ainsi, des auteurs se sont inspirés du modèle TPaCK pour étudier les connaissances des enseignants dans un contexte d'exploitation d'un outil numérique. C'est le cas pour Koh et al. (2014), qui ont utilisé le TPaCK en approfondissant ce que représentent pour eux le contexte et son impact sur l'exploitation d'un outil numérique. La section suivante fait état de cette étude.

2.4.4 Modèle de Chai, Koh et Tsai

Chai et al. (2013) ont revisité le modèle original du TPaCK afin de clarifier les éléments contextuels qui gravitent autour des connaissances mobilisées par les enseignants. Comme illustré à la figure 2.4, le modèle TPaCK-IN-ACTION de Chai et al. (2013)

prend en considération, en plus des connaissances T, P, C, TP, TC, PC et TPC, les facteurs culturels/institutionnels, intrapersonnels, techniques/physiques et interpersonnels. L'identification de ces facteurs est issue d'une recension des écrits menée par les auteurs.

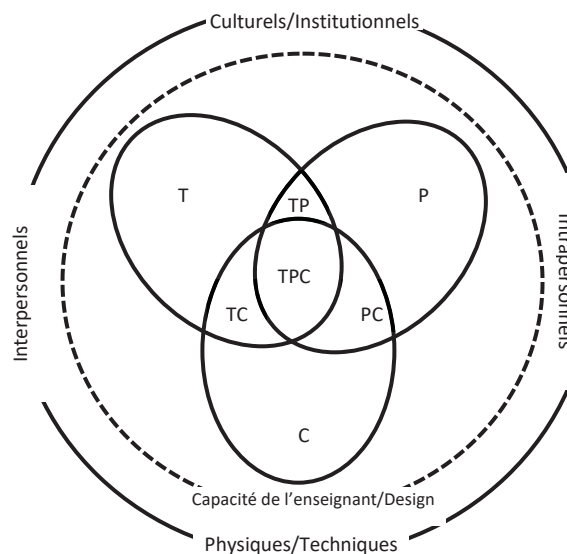


Figure 2.4 : Modèle TPACK-IN-ACTION de Chai, Koh et Tai (2013) [traduction libre]

De plus, ces auteurs soulignent l'importance d'observer la capacité de l'enseignant/design à développer ses connaissances pédagogiques, disciplinaires et technologiques dans un contexte d'exploitation d'un outil numérique. De façon concise, chacun de ces facteurs est présenté dans le prochain paragraphe.

Pour les facteurs culturels/institutionnels, il s'agit d'initiatives et de politiques en lien avec les objectifs et les programmes prescrits dans les écoles (Chai et al., 2013). Les auteurs renchérissent en expliquant que la philosophie de l'école, voire la mentalité, peut influencer les enseignants dans leur exploitation des outils numériques. Pour les facteurs intrapersonnels, ceux-ci comprennent les croyances de l'enseignant à propos

de l'enseignement, de l'apprentissage, des élèves et de lui-même en tant qu'enseignant (Chai et al., 2013). Toujours selon les auteurs, l'agencement entre leurs croyances épistémologiques ainsi que leur flexibilité et leur créativité pourrait avoir une influence sur leurs utilisations des outils numériques. Pour les facteurs techniques/physiques, il s'agit d'éléments reliés aux technologies et logiciels disponibles dans les écoles, à l'état du matériel et à l'accès aux outils numériques par les enseignants et les élèves (Chai et al., 2013). En effet, si les enseignants n'ont pas ou peu accès à ceux-ci, cela influencera nécessairement l'exploitation qu'ils en feront. Leur disposition physique peut elle aussi influencer les enseignants en facilitant ou en restreignant l'exploitation des outils (Chai et al., 2013). Pour leur part, les facteurs interpersonnels concernent les interactions ou les collaborations avec l'équipe-école (Chai et al., 2013). Les auteurs mentionnent qu'une meilleure collaboration entre les enseignants peut bonifier l'exploitation des outils numériques.

Il semble toutefois nécessaire de demeurer prudent au regard de ce modèle. Bien que les auteurs tentent de définir exhaustivement les facteurs externes au contexte d'utilisation du modèle, les frontières entre ces facteurs ainsi que les composantes du TPaCK ne sont pas clairement définies. Chaque facteur est expliqué différemment dans le modèle. Les nuances et les subtilités conceptuelles de chacun des facteurs sont présentées de façon parcellaire, ce qui permet difficilement de bien comprendre la vision des auteurs.

Qui plus est, il est légitime de se questionner quant à la valeur ajoutée du modèle lui-même. En effet, lorsque les facteurs sont repris un à un, la distinction entre ces derniers et les savoirs définis par Koehler et Mishra (2009) apparaît bien mince. Par exemple, il est étonnant de constater que Chai et al. (2013) traitent des croyances de l'enseignant à propos de l'enseignement et des apprentissages en considérant ces dernières comme étant un facteur intrapersonnel. En effet, rappelons que les connaissances pédagogiques du modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009) prennent déjà en considération ces

croyanances dans les connaissances TP lorsque l'enseignant exploite un outil numérique en contexte d'enseignement et d'apprentissage.

Par ailleurs, les liens que font Chai et al. (2013) entre les facteurs ainsi que les ensembles de connaissances du modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009) semblent discutables. La lecture du texte fondateur de Chai et al. (2013) amène plutôt à penser que les facteurs relevés par ces chercheurs ont une influence sur l'utilisation des outils numériques plutôt que sur les connaissances des enseignants au regard de l'exploitation de ces outils. Une clarification d'ordre conceptuelle serait à réaliser afin de s'assurer que les liens que établissent Chai et al. (2013) sont bel et bien valides et pertinents.

D'autres chercheurs se sont intéressés au contexte d'enseignement et d'apprentissage. C'est le cas d'Angeli et Valanides (2009) qui proposent le modèle ICT-TPCK¹⁰ prenant en considération les potentialités des outils numériques. Ce modèle est une version revisitée du précédent modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009). Il est d'ailleurs présenté dans la section suivante.

2.4.4 Modèle d'Angeli et Valanides

Pour illustrer leur compréhension et l'applicabilité du modèle TPaCK, Angeli et Valanides (2009) proposent le ICT-TPCK illustré à la figure 2.5. Ce modèle est issu de résultats de recherche (Valanides et Angeli, 2008) qui révèlent l'importance de considérer non seulement les connaissances pédagogiques, disciplinaires et technologiques, mais aussi les connaissances liées aux élèves lorsqu'ils sont confrontés à divers contenus disciplinaires ainsi que les connaissances du contexte dans lequel l'outil technologique est exploité (Angeli et Valanides, 2009).

¹⁰ Il est à noter qu'Angeli et Valanides n'incluent pas le « a » dans leur sigle, et ce, probablement parce que leur modèle a vu le jour durant la même période que le TPaCK de Koehler et Mishra (2009).

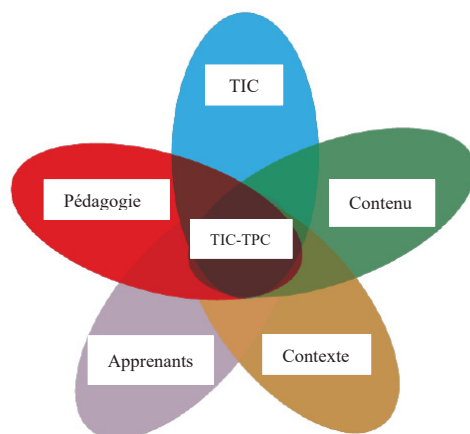


Figure 2.5 : Modèle ICT-TPCK de Angeli et Valanides (2009) [traduction libre]

Les prochaines lignes permettent de définir chacune des connaissances. En premier lieu, les connaissances de l’outil numérique concernent, chez l’enseignant, ses connaissances à l’exploiter dans l’enseignement. En deuxième lieu, les connaissances des contenus suggèrent une compréhension du champ disciplinaire. En troisième lieu, les connaissances du contexte se réfèrent au fonctionnement de la classe, aux valeurs, aux intentions éducatives et aux croyances épistémiques de l’enseignant au regard de l’enseignement et de l’apprentissage. En quatrième lieu, les connaissances des apprenants concernent leurs conceptions parfois erronées au regard d’éléments observés au cours d’une situation d’apprentissage. En cinquième lieu, les connaissances pédagogiques nécessitent une maîtrise des principes et stratégies pédagogiques, notamment dans la gestion de classe et dans l’organisation de l’enseignement. Le modèle ICT-TPCK considère essentiellement la valeur ajoutée de l’outil numérique utilisé par l’enseignant pour améliorer l’enseignement et les apprentissages. Il s’intéresse spécifiquement à la maîtrise des fonctionnalités et des potentialités de l’outil numérique utilisé, de la pédagogie, des contenus, des apprenants et du contexte.

Bien que des auteurs, dont Cox et Graham (2009), s'appuient sur certains approfondissements effectués par Angeli et Valanides (2009), il semble que leur façon d'étudier les connaissances n'ait pas été retenue par la communauté scientifique. En effet, il apparaît que ces approfondissements ne sont pas suffisamment justifiés et susceptibles de mieux identifier et décrire les connaissances des enseignants. Le modèle d'Angeli et Valanides (2009) a été délaissé au profit du modèle de Koehler et Mishra (2009), et ce, malgré les quelques critiques adressées à ce dernier.

D'autres chercheurs ont alors proposé un modèle considérant la dimension épistémologique comme l'avaient déjà proposé Angeli et Valanides (2009). C'est le cas du modèle généré dans le cadre de la recherche menée par Bachy (2014) qui a revu le modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009) en ajoutant un ensemble de connaissances. La prochaine section traite spécifiquement de cette nouvelle version proposée par Bachy.

2.4.6 Modèle de Bachy

En vue de créer un modèle intégrateur qui permet de comprendre les « influences » qui orientent les pratiques pédagogiques, Bachy (2013) en propose un qui s'inspire grandement du modèle de Mishra et Koehler (2006). Évoquons à nouveau le fait que le modèle de Mishra et Koehler (2006) est composé uniquement des trois ensembles de connaissances (pédagogiques, disciplinaires et technologiques) et ne considère pas le contexte dans lequel l'outil technologique est exploité. Ce modèle, illustré à la figure 2.6, comprend un ensemble portant sur l'épistémologie personnelle de l'enseignant et est nommé, en fonction de la nomenclature de Bachy (2013), comme étant les connaissances technopédagogiques disciplinaires (STPD).

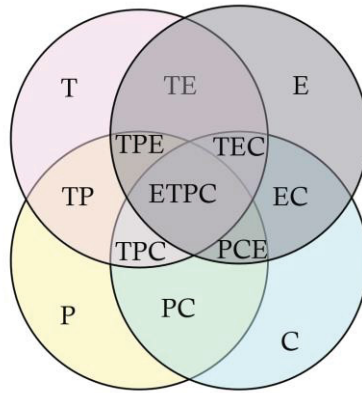


Figure 2.6 : Modèle STPD de Bachy (2013) [traduction libre]

Dans le modèle de Bachy (2013), on retrouve plusieurs ensembles et plusieurs croisements. Il est nécessaire de comprendre que le modèle STPD de Bachy (2013) découle des modèles PCK (Shulman, 1986) et TPaCK (Mishra et Koehler, 2006). Bachy (2013) propose un modèle composé d'ensembles de connaissances technologiques (T), de connaissances pédagogiques (P), de connaissances disciplinaires (C) et des connaissances épistémologiques (E) ainsi que des croisements (PC, TC, TP, PE, CE, TE, PCE, TCE, TPC et TPE). Grâce à ces ensembles de connaissances et à ces croisements, Bachy (2013) montre qu'il est possible d'identifier le savoir technopédagogique disciplinaire d'un enseignant (ETPC).

Bien que plusieurs connaissances ainsi que leurs croisements apparaissent, Bachy (2014) explique, dans un second article, que pour identifier la connaissance technopédagogique disciplinaire d'un enseignant (ETPC), seuls les connaissances pédagogiques, disciplinaires et technologiques ainsi que les croisements PC, TC, TP, PE, CE et TE sont nécessaires. Ce constat est issu de la validation de son échelle lui permettant de conserver uniquement ces items. Les croisements PCE, TCE, TPC et TPE ne sont pas considérés par Bachy (2013, 2014). En effet, la non-validation de ces items ainsi que leur complexité l'ont amené à les délaissier au profit des autres items.

Succinctement, les items retenus sont définis dans le prochain paragraphe au regard de la définition de Bachy (2013, 2014).

Les connaissances « P » portent sur la capacité des enseignants à varier les méthodes d'enseignement, notamment en ajustant celles-ci en fonction de la progression des élèves (Bachy, 2013, 2014). Les connaissances « C » concernent celles liées aux contenus disciplinaires (Bachy, 2013, 2014). Les connaissances « T » illustrent pour leur part l'aptitude des enseignants à résoudre des problèmes techniques, à traiter des questions liées aux logiciels informatiques et à aider les élèves à résoudre des problèmes techniques liés à l'exploitation des ordinateurs, par exemple (Bachy, 2013, 2014). Enfin, les connaissances « E » ont trait à la capacité de l'enseignant à organiser les savoirs les uns avec les autres et à relever les obstacles épistémologiques en lien avec ceux-ci (Bachy, 2013, 2014).

Dans le modèle de Bachy (2013, 2014), plusieurs croisements émergent. Le croisement des connaissances PC consiste chez l'enseignant à savoir guider les élèves dans leurs apprentissages, à planifier des plans de cours adaptés à la discipline et à adapter les méthodes d'enseignement au regard des pratiques prescrites. Le croisement des connaissances TC suggère l'aptitude de l'enseignant à illustrer des contenus disciplinaires à l'aide d'outils technologiques, à adapter l'environnement technologique à la discipline enseignée et à adapter l'utilisation des outils numériques au champ disciplinaire. Le croisement des connaissances TP concerne chez l'enseignant l'habileté à créer un environnement numérique dans lequel les élèves développent leurs connaissances ainsi que leurs compétences et interagissent entre eux. Le croisement des connaissances PE consiste chez l'enseignant à connaître les modalités d'accès aux connaissances d'un champ disciplinaire spécifique, et ce, pour reconnaître les obstacles possibles et pour faire des liens entre les concepts lors de leur construction. Le croisement des connaissances CE démontre chez l'enseignant sa capacité à organiser les connaissances dans sa discipline, à lier son rapport aux

connaissances des conceptions disciplinaires répandues et à déterminer selon la discipline les modes d'accès aux notions prescrites dans le domaine. Pour ce qui est du croisement des connaissances TE, il consiste chez l'enseignant à pouvoir choisir des technologies et des environnements numériques appropriés lors de la construction d'une connaissance et à sélectionner des outils en fonction de la perception des enseignants par rapport à leurs élèves qui apprennent.

En résumé, le modèle de Bachy (2013) se démarque par l'ajout d'un ensemble de connaissances qui concerne les connaissances épistémologiques de l'enseignant. Ce modèle est toutefois peu ou pas repris intégralement par d'autres études, selon notre recension des écrits. Malgré cela, certaines études se réfèrent aux propos de Bachy pour mieux comprendre, définir et questionner la dimension épistémologique liée aux connaissances des enseignants.

Comme nous l'avons vu à travers la description des connaissances et des croisements, Bachy (2013, 2014) tente d'identifier les connaissances des enseignants en adaptant et en approfondissant le modèle TPCK de Mishra et Koehler (2006). Or, il incombe de demeurer prudent face à l'utilisation de ce modèle dans un contexte spécifique, notamment au regard de son applicabilité. L'échantillon utilisé dans les recherches de Bachy (2013, 2014) comprend des professeurs universitaires ayant une spécialisation pour une discipline spécifique. Il peut ainsi paraître plus normal que le rapport à l'égard de leur discipline soit davantage accentué pour cette population à l'étude. Le recours à ce modèle auprès d'une autre population est alors questionnable. Comme en témoigne cette auteure, des études à d'autres niveaux et à d'autres disciplines devraient être réalisées afin de valider le modèle.

De plus, malgré la tentative de Bachy (2013, 2014) à vouloir approfondir et développer le précédent modèle TPCK, il semble que les différences et les subtilités entre les ensembles ne soient pas suffisamment claires. L'ajout du savoir épistémologique est

également questionnable. En effet, à partir des échelles de validation proposées par Bachy (2014), les Alphas de Cronbach sont beaucoup plus faibles lorsque le savoir épistémologique intervient. Ainsi, il est clair que d'autres études sont à envisager afin de revalider ce modèle sur le plan statistique. Il semble d'ailleurs que les études visant à poursuivre le développement de ce modèle soient peu présentes dans la documentation consultée.

Enfin, il est aussi très étonnant de constater que les études de Bachy (2013, 2014) ne considèrent pas le contexte tel qu'on peut l'observer dans les modèles de Koehler et Mishra (2009) puis de Angeli et Valanides (2009). Cette clarification aurait pu bonifier son modèle, considérant l'importance de l'influence du contexte sur les connaissances mobilisées par les enseignants.

2.5 Modèle retenu dans le cadre de la thèse

À l'issue de la présentation de différents modèles qui définissent les connaissances mobilisées chez les enseignants, il convient de se positionner au regard du modèle à retenir pour cette thèse. Avant d'identifier ce choix, il semble nécessaire de rappeler brièvement ce qui illustre chacun des modèles présentés.

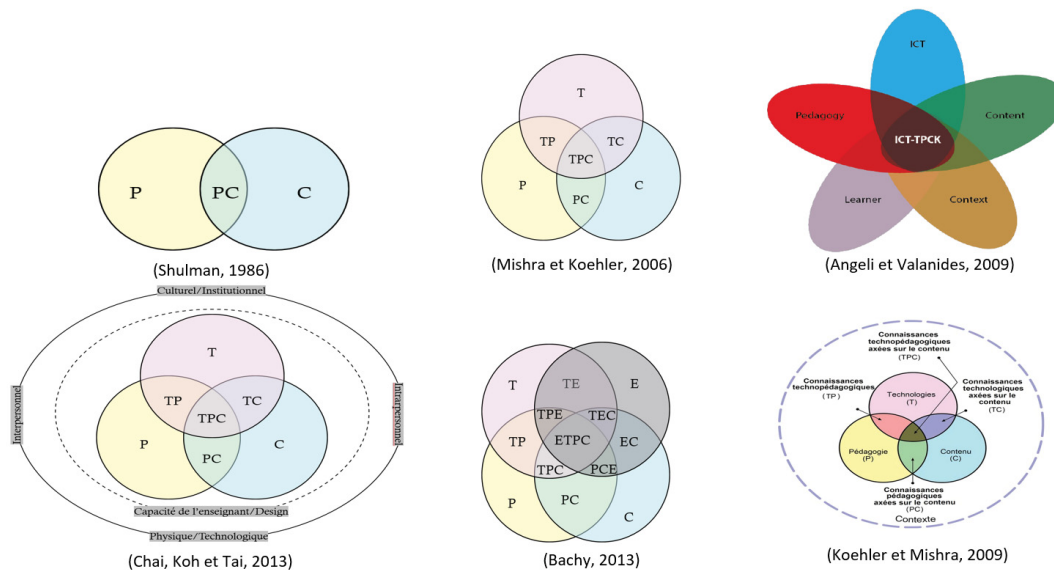


Figure 2.7 : Divers modèles définissant les connaissances mobilisées

Le modèle de Shulman (PCK) agit comme étant le précurseur ayant défini pour la première fois les connaissances mobilisées des enseignants. Plus spécifiquement, à la lumière de la figure 2.7, ce modèle joint les connaissances pédagogiques aux connaissances disciplinaires des enseignants. Inspirés de Shulman (1986), Mishra et Koehler (2006) ont revisité le modèle en l'adaptant à la réalité contemporaine des enseignants, c'est-à-dire une réalité où les outils numériques sont maintenant omniprésents dans les classes. Cela les a amenés à ajouter un ensemble de connaissances (les connaissances technologiques) et à produire ce nouveau modèle (TPCK). Plus tard, Koehler et Mishra (2009) ont proposé de considérer le contexte dans lequel les connaissances pédagogiques, disciplinaires et technologiques sont étudiées. Cela s'est traduit par l'élaboration du modèle TPaCK. Cette création a amené plusieurs auteurs à proposer diverses déclinaisons du « célèbre » TPaCK.

Parmi ces auteurs se retrouvent Angeli et Valanides (2009), qui ont tenté de transformer le modèle TPaCK en proposant le modèle ICT-TPCK, qui comprend six ensembles et

donne une place plus importante au contexte, aux apprenants et aux outils numériques eux-mêmes. D'autres auteurs ont souhaité davantage approfondir les facteurs contextuels pouvant influencer les connaissances des enseignants. C'est le cas de Chai et al. (2013) avec le modèle TPaCK-IN-ACTION. Ce modèle mise sur l'importance de considérer les facteurs culturels/institutionnels, intrapersonnels, techniques/physiques et interpersonnels. L'auteure Bachy (2013, 2014) a, quant à elle, ajouté un ensemble de connaissances portant sur les connaissances épistémologiques des enseignants. Cet ajout a transformé le modèle TPCK de Mishra et Koehler (2006) par la venue de nombreux croisements comprenant des connaissances relatives au rapport aux connaissances de l'enseignant. Chacune des transformations traitées dans ce paragraphe est illustrée dans la figure 2.7.

À la lumière de tous ces modèles, il convient maintenant de présenter l'orientation retenue pour cette thèse. À ce jour, bon nombre de recherches s'inspirent du modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009) pour étudier les connaissances mobilisées dans un contexte d'enseignement spécifique. Nonobstant le fait que d'autres recherches, dont Angeli et Valanides (2009), Bachy (2013) et Chai et al. (2013), aient proposé diverses adaptations du modèle, il demeure que celui de Koehler et Mishra (2009) constitue la référence couramment citée par l'ensemble de la communauté scientifique qui traite des connaissances mobilisées chez les enseignants. Grâce aux nombreuses contributions des auteurs s'étant intéressés aux connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement, il est possible d'enrichir notre compréhension des connaissances T, P, C et de leurs relations dans un contexte donné. Ainsi, il apparaît nécessaire de recourir au modèle de Koehler et Mishra (2009) pour être en mesure d'étudier l'objet de recherche de cette thèse.

2.6 Objectifs de recherche

En fonction de la question de recherche exposée dans le premier chapitre et du cadre de référence précédemment présenté, quatre objectifs sont poursuivis tout au long de cette thèse.

Au regard du modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009) :

- 1) Identifier et décrire, à la phase préactive, les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement au niveau primaire dans un contexte d'exploitation d'outils numériques en S&T;
- 2) Identifier et décrire, à la phase active, les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement au niveau primaire dans un contexte d'exploitation d'outils numériques en S&T;
- 3) Identifier et décrire, à la phase postactive, les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement au niveau primaire dans un contexte d'exploitation d'outils numériques en S&T;
- 4) Dégager des liens entre les connaissances mobilisées et les pratiques d'enseignement au primaire dans un contexte d'exploitation d'outils numériques en S&T.

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre porte sur la méthodologie retenue et utilisée pour conduire la présente recherche. Rappelons que le but de cette recherche vise à mieux comprendre de quelle façon les connaissances technologiques, pédagogiques et disciplinaires sont mobilisées dans les pratiques d'enseignement d'enseignants québécois de niveau primaire exploitant les outils numériques en S&T. Pour répondre à ces objectifs, un devis méthodologique de nature qualitative est ainsi retenu. À ce propos, les prochains paragraphes abordent la posture épistémologique du chercheur, le type de recherche, l'étude de cas, la planification des cas, les outils utilisés, le déroulement de la collecte des données, le traitement des données, les critères de scientificité et l'éthique de la recherche. Une synthèse vient clore le chapitre.

3.1 Posture épistémologique

Différentes postures épistémologiques sont adoptées par les chercheurs pour aborder la recherche scientifique, et ce, dépendamment de leur vision de la science. Certains d'entre eux traitent de la recherche comme étant un objet empreint d'objectivité, alors que d'autres pensent que celle-ci s'avère propice à des interprétations puisqu'elle est nécessairement issue du réel (Gohier, 2011). Dans le premier cas, il s'agit de la conception positiviste ou néopositiviste de la science. Ceux qui y adhèrent considèrent que l'accès au réel ne peut se faire qu'à partir d'une démarche qui doit refléter le plus

fidèlement et sans subjectivité l'objet étudié (Gohier, 2011). Dans le deuxième cas, il s'agit plutôt de la conception interprétative de la science. Les chercheurs qui se positionnent dans cette conception expliquent au contraire que la compréhension de la réalité est assujettie à des interprétations de la dyade impliquant à la fois le chercheur et le sujet à l'étude (Gohier, 2011). Puisque le doctorant souhaite interpréter une situation contemporaine dans laquelle une description fine des connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement exploitant les outils numériques en S&T au primaire est prévue, il convient de se situer dans une conception interprétative de la science. Le tableau 3.1 présente les caractéristiques épistémologiques relevées par Savoie-Zajc et Karsenti (2011) de ce paradigme.

Tableau 3.1: Caractéristiques d'une position épistémologique interprétative [extrait tiré de Savoie-Zajc et Karsenti, 2011]

<i>Caractéristiques</i>	<i>Épistémologie (interprétative)</i>
Vision de la réalité	La réalité est construite par les acteurs d'une situation; elle est globale, car c'est la dynamique du phénomène étudié que le chercheur veut arriver à comprendre.
Nature du savoir	Le savoir produit est intimement rattaché aux contextes à l'intérieur desquels il a été produit. Le savoir est vu comme transférable à d'autres contextes que celui de la recherche.
Finalité de la recherche	La finalité de la recherche consiste à comprendre la dynamique du phénomène étudié grâce à l'accès privilégié du chercheur à l'expérience de l'autre.
Place du chercheur dans la recherche	Chercheur subjectif qui prétend ne pas pouvoir se dégager de ses valeurs, qui révèle ses biais face à sa recherche et qui cherche à objectiver ses données.
Méthodologie	Recherche qualitative/interprétative

La présente thèse laisse place à la compréhension du chercheur vis-à-vis un phénomène, plus spécifiquement par rapport à l'étude des pratiques d'enseignement à la lumière des connaissances mobilisées par les enseignants du primaire lors de l'exploitation des outils numériques en S&T. Cette étude accède à l'expérience des enseignants qui participent à la recherche afin d'en comprendre la dynamique dans leur contexte. Puisque le chercheur possède son propre *a priori* au regard des pratiques d'enseignement, il ne peut prétendre se dégager objectivement de son interprétation. En effet, il cherche plutôt à objectiver ses données, comme le prévoit le paradigme interprétatif (Savoie-Zajc et Karsenti, 2011). Devant cette nécessité de s'inscrire dans ce paradigme, ces auteurs expliquent que la méthodologie à employer dans ce cas précis relève de la recherche qualitative/interprétative.

Bien que la posture interprétative soit définie et que la recherche qualitative/interprétative soit envisagée, il demeure essentiel de s'assurer d'un tel choix en recensant des études qualitatives qui se sont intéressées à un objet similaire à celui exploité dans le cadre de cette thèse. La clarification du type de recherche conduit aussi à sélectionner le devis méthodologique qui est adopté pour orienter et réaliser la collecte de données.

3.2 Type de recherche

La recension des écrits effectuée dans la base de données Proquest (ERIC) a permis de consulter plusieurs articles abordant les pratiques d'enseignement sous différents angles. Selon les visées poursuivies dans chaque étude recensée, un devis de recherche était adopté et décrit, parfois sommairement, de façon à permettre au lecteur de cerner les modalités méthodologiques. Ces écrits portent spécifiquement sur les pratiques d'enseignement qui exploitent des outils numériques. Dans le cadre de cette section, différents types de recherches qualitatives sont présentés en vue de dresser l'éventail des devis méthodologiques auxquels les auteurs ont eu recours pour étudier les pratiques d'enseignement. À la suite de cette recension critique des devis méthodologiques, il est prévu d'en retenir un pour étudier plus spécifiquement les pratiques d'enseignement à la lumière des connaissances mobilisées par les enseignants, objet même de la thèse.

3.2.1 Recherches qualitatives

Bien que moins fréquentes, des recherches qualitatives en lien avec l'objet de recherche de cette thèse ont été réalisées et répondent à des objectifs de recherche de l'ordre de

la description. Les études qualitatives recensées portant sur les pratiques d'enseignement et exploitant les outils numériques dans les S&T au primaire sont des recherches comparatives, collaboratives ou encore des études de cas.

Parmi les études recensées, celle de Kerawalla et al. (2012) s'inscrit dans la recherche comparative. À partir d'observations qualitatives et d'enregistrements audio et vidéo, les auteures ont tenté de comparer deux classes parmi lesquelles une d'elles intégrait un outil numérique (Talk Factory). Cette étude a permis de formuler des conclusions sur la valeur ajoutée de l'outil numérique dans une des deux situations, notamment sur le plan de l'enseignement des S&T. Pour Bray (2010), la recherche comparative permet au chercheur de faire des comparaisons afin d'améliorer des systèmes ou des processus éducatifs dans leurs contextes respectifs. Ne souhaitant pas comparer deux situations en vue de les bonifier, ce type de recherche n'apparaît pas envisageable et cohérent avec les buts de la thèse.

D'autres études, dont celle d'Otrell-Cass et al. (2012), se sont plutôt inscrites dans la recherche collaborative, où les chercheurs ont accompagné des enseignants dans l'implantation d'un outil numérique dans les pratiques d'enseignants du primaire en S&T. Ce type de recherche amène le chercheur à poser un regard en collaboration avec les praticiens afin de mieux comprendre les actions de ces derniers dans leur contexte professionnel (Desgagné, 2007; Lieberman, 1986). Afin de pouvoir faire état de la collaboration entre les chercheurs et les enseignants, certains outils de collecte de données sont utilisés, comme le journal de bord, l'enregistrement audio et vidéo et l'entrevue. Dans le cadre de la thèse, les outils numériques sont déjà bien implantés chez les enseignants participants. Il s'agit plutôt ici de bien comprendre les connaissances mobilisées dans les pratiques des enseignants participants lors de l'exploitation des outils numériques dans les S&T au primaire, et non de les accompagner dans cette démarche. Ce devis de recherche est ainsi exclu.

Enfin, certaines recherches (Bernet et Karsenti, 2013; Doult et Walker, 2014; Isik-Ercan et al., 2014; Kung-Teck et al., 2013; Sun et al., 2014; Töman et al., 2013) ont eu recours à l'étude de cas pour approfondir l'objet de recherche. Les auteurs ayant opté pour l'étude de cas en vue d'approfondir les pratiques d'enseignement ont cherché à comprendre le fonctionnement souvent complexe d'une classe qui exploite des outils numériques. Toutes les études citées précédemment ont utilisé comme outils de collecte de données l'entrevue et l'observation en classe. Comme l'explique Roy (2009), l'étude de cas est une approche privilégiée pour décrire ou explorer en profondeur des phénomènes parfois négligés par la science. Ainsi, en fonction des objectifs de recherche, il apparaît tout à fait approprié d'envisager l'étude de cas dans cette thèse.

3.3 Étude de cas

L'exposé critique mené au sujet des différents devis méthodologiques de la précédente section amène à situer la présente recherche dans l'étude de cas. Une des définitions retenues pour définir l'étude de cas est celle de Mucchielli (2009), qui soutient qu'elle est « une technique particulière de cueillette, de mise en forme et de traitement de l'information qui cherche à rendre compte du caractère évolutif et complexe des phénomènes concernant un système social comportant ses propres dynamiques » (p. 92). Comme l'indique Mucchielli (2009), elle s'intéresse particulièrement au « comment » et au « pourquoi » d'un phénomène qui s'inscrit dans une situation où plusieurs facteurs interagissent et accentuent la complexité dudit phénomène à l'étude. Pour sa part, Roy (2009) précise qu'elle peut considérer non seulement un phénomène, mais aussi un « évènement, un groupe ou un ensemble d'individus, sélectionné de façon non aléatoire, afin d'en tirer une description précise et une interprétation qui dépasse les bornes » (p. 166).

L'étude de cas (Albarello, 2011; Miles et Huberman, 2003) peut s'avérer simple ou multiple/multicas¹¹. Des auteurs, dont Merriam (1988) et Miles et Huberman (1984), soulignent les bénéfices de sélectionner plusieurs cas à l'étude. Ils expliquent que les résultats issus de l'interprétation de plusieurs cas (ou multicas) peuvent s'avérer davantage crédibles – contrairement à l'étude d'un seul cas (ou simple) – aux yeux de la communauté scientifique, notamment grâce à la comparaison des cas et des explications qui peuvent s'en dégager. Loin de vouloir généraliser des résultats en optant pour une étude multicas, il est souhaité, comme l'indique Van der Maren (1996), d'« abstraire des traits ou des facteurs communs qui fonderont l'induction d'une compréhension plus fine de ce qui est partagé par les différentes situations » (p. 238). En raison de la nature descriptive de la recherche, il apparaît pertinent de suivre cette logique et d'adopter une étude multicas. Afin de mieux camper ce choix méthodologique, les sous-sections suivantes permettront de justifier ce choix pour ce type d'étude.

L'étude de cas est l'un des devis de recherche les plus utilisés et les plus critiqués en sciences sociales (Willis, 2007). Albarello (2011) explique que cette méthode peut se révéler grandement efficace pour certains types d'études si toutefois elle est appliquée avec rigueur. Il incombe avant tout au chercheur de justifier en quoi les particularités et les caractéristiques de l'étude de cas s'avèrent adaptées pour sa recherche. Pour ce faire, la justification de ce choix méthodologique est détaillée en fonction de la posture interprétative adoptée par le chercheur.

Cette thèse s'inscrit dans le cadre d'une étude de cas comme la définissent Merriam (1988, 2009) et Stake (2006). En effet, le chercheur s'intéresse notamment à la profondeur et à l'interprétation d'un phénomène ou d'un cas étudié. Plus précisément, la recherche souhaite décrire la situation contemporaine qui prévaut par rapport aux

¹¹ Le terme « multicas » est celui retenu pour cette thèse afin de présenter le type d'étude privilégié.

connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement exploitant les outils numériques en S&T au primaire, et ce, en interprétant ce qui sera observé et discuté auprès des enseignants. Bien que les autres types de recherche qualitative (comparative, collaborative) puissent s'inscrire dans une posture interprétative, les finalités de ces dernières ne correspondent pas à celles attendues dans la présente recherche.

L'étude de cas vise davantage à décrire et à interpréter un phénomène étudié. L'objet d'étude nécessite une prise en compte par le chercheur de multiples facteurs qui influencent la situation (Lefebvre et Samson, 2013). Pour sa part, l'approche méthodologique de l'étude de cas prévoit cette considération de facteurs qui interagissent autour du phénomène à l'étude (Merriam, 2009). Qui plus est, elle se veut comme une étude détaillée de quelques cas qui permet de dégager des caractéristiques générales en lien avec l'objet d'étude (Van der Maren, 1993).

Bien que le chercheur ne soit pas neutre puisqu'il fait partie de l'observation, il se veut le plus distancé du cas, et ce, en vue de ne pas l'influencer. En effet, comprendre ce que font les enseignants du primaire par rapport à l'exploitation des outils numériques en S&T selon leur point de vue et non celui du chercheur demeure une des finalités de cette thèse. Cette prudence est de mise dans l'étude de cas puisque le chercheur se détache du phénomène étudié en gardant une distance (Dionne, 2009; Muchielli, 2009). L'étude de cas s'initie d'abord avec une préparation exhaustive de la collecte de données, pour poursuivre avec la collecte de données et pour finir avec l'analyse des données, comme l'indiquent Merriam (1988), Roy (2009), Stake (1995) et Yin (1994, 2003 et 2014). Ces étapes sont élaborées par le chercheur uniquement. Puisque l'étude planifie une collecte de données qui, d'une part, n'implique pas le chercheur en tant qu'acteur et qui, d'autre part, vise à rencontrer des enseignants du primaire, il s'avère davantage pertinent d'opter pour ce type d'étude.

Afin de dresser la liste des caractéristiques propres à l'étude de cas qui est envisagée dans cette thèse, quatre études en lien plus étroit avec l'objet de recherche de cette thèse sont retenues et présentées dans la prochaine section. Ces caractéristiques conduisent à l'opérationnalisation de la méthodologie, selon les étapes prescrites par Karsenti et Demers (2004, 2011), Merriam (1988), Roy (2009), Stake (1995) et Yin (1994, 2003 et 2014).

3.3.1 Caractéristiques de l'étude de cas

Cette sous-section permet de dresser les caractéristiques de la présente étude de cas à l'instar d'autres études de cas qui s'apparentent à l'objet de recherche de la thèse. En premier lieu, l'étude de cas de Kung-Teck et al. (2013) a convié sept enseignants de cinq écoles primaires d'Adélaïde (Australie) afin de participer à un projet portant sur les pratiques d'enseignement d'enseignants du primaire qui utilisent le TNI lorsqu'ils abordent les S&T. Les enseignants ont été sélectionnés en fonction de recommandations émises par des collègues universitaires et des conseillers pédagogiques. De plus, pour participer à la recherche, les enseignants devaient avoir un TNI dans la classe et posséder plus de trois ans d'expérience en lien avec l'utilisation de cet outil en classe tout en enseignant les S&T. Cette étude multicases a utilisé comme outil de collecte de données l'entrevue semi-structurée. Les chercheurs ont proposé une série de questions ouvertes de façon à permettre aux enseignants de s'ouvrir et d'aborder un maximum de pratiques réalisées en classe. Bien que les auteurs prévoyaient rencontrer une fois les participants, il était possible qu'une seconde entrevue ait lieu afin d'approfondir les données. Malgré que les auteurs n'aient pas clarifié leurs propos au regard de l'analyse des données, il semble que celle-ci en soit une qualifiée de qualitative qui s'appuie sur une analyse de contenu. De cette étude multicases, il est retenu que :

- Trois critères d'inclusion sont prescrits, notamment par rapport à la recommandation par les pairs, à l'outil technologique utilisé et à l'expérience en lien avec l'exploitation de cet outil dans l'enseignement des S&T;
- Sept enseignants ont été recrutés;
- L'outil de collecte de données privilégié est l'entrevue semi-structurée;
- La collecte de données a eu lieu lors d'une entrevue individuelle avec chaque enseignant et parfois deux selon le degré d'approfondissement des données;
- L'analyse des données semble en être une de contenu.

En deuxième lieu, l'étude multicas de Sun et al. (2014) – bien que menée en 1^{re} année du secondaire auprès de deux enseignants – traite des pratiques d'enseignement pouvant améliorer l'enseignement de notions en S&T, dont la diffusion et l'osmose, et ce, à l'aide d'une application spécialisée. Afin d'intégrer la recherche, les enseignants devaient posséder de bonnes compétences dans l'utilisation des outils numériques et ils devaient soutenir leur enseignement à partir de ceux-ci. Pour recueillir les données et les trianguler, les chercheurs ont eu recours à des enregistrements vidéo et sonores des activités menées en classe, à un journal de bord ainsi qu'à des périodes d'observation. La collecte de données s'est réalisée sur deux leçons de 50 minutes. L'analyse des données repose sur le codage d'éléments observés et notés par les chercheurs, et ce, à partir des bandes vidéo et sonores ainsi que du journal de bord. Ils ont identifié le type et la fréquence des interventions des enseignants lors de ces leçons. De cette recherche, il est retenu dans cette étude multicas, que :

- Deux critères de sélection sont respectés, soit les compétences dans l'exploitation des outils numériques par les enseignants ainsi que leur capacité à soutenir leur enseignement;
- Deux enseignants ont été recrutés;

- Afin de trianguler les données, les outils de collecte utilisés sont les enregistrements vidéo et audio des activités, le journal de bord ainsi que des observations en classe;
- La collecte de données s'est échelonnée sur deux périodes d'observation en classe de 50 minutes;
- L'analyse des données consiste à coder des éléments observés en classe et notés dans le journal de bord par le chercheur.

En troisième lieu, l'étude de Töman et al. (2013) s'est intéressée aux pratiques d'enseignement assistées par ordinateur lors de l'enseignement des S&T. Les chercheurs ont sélectionné un total de cinq enseignants du primaire. Ils ont retenu comme seul critère de sélection la nécessité d'utiliser l'ordinateur lors de l'enseignement des S&T. L'outil de collecte de données utilisé a été l'entrevue semi-structurée auprès de chaque participant lors d'un moment donné. Selon ces chercheurs, ce type d'entrevue permet d'approfondir, de clarifier et de compléter certaines réponses proposées par les participants. À la fin de chacune de ces entrevues, les propos recueillis étaient transcrits et remis aux participants afin que ceux-ci puissent valider l'exactitude des informations. Enfin, chaque transcription a fait l'objet d'une analyse de contenu (analyse thématique). De cette étude, il est retenu que :

- Le critère de sélection concerne le fait que les participants devaient utiliser l'ordinateur lors de l'enseignement des S&T;
- Cinq enseignants ont participé;
- L'outil de collecte utilisé est l'entrevue semi-structurée;
- Chaque enseignant a été rencontré une fois;
- L'analyse des données en est une de contenu (analyse thématique).

En quatrième lieu, l'étude multicas de Bernet et Karsenti (2013) s'est intéressée aux modes d'intégration et aux usages des outils numériques de dix enseignants du primaire sans toutefois spécifier le contexte d'enseignement des S&T. Afin de recruter les enseignants dans leur étude, les auteurs ont eu recours à la méthode de sélection par la réputation des sujets (Hunter, 1953) en lien avec leurs pratiques d'enseignement exploitant les outils numériques. Cette méthode consiste à sélectionner les enseignants selon leur réputation au regard de l'exploitation des outils numériques en classe. Différents intervenants scolaires pouvaient proposer des enseignants, notamment des conseillers pédagogiques et des directions d'école. Quatre outils de collecte ont été utilisés dont une entrevue semi-structurée, un groupe de discussion, la tenue d'un journal de bord ainsi qu'un questionnaire distribué aux élèves. Les enseignants ont été rencontrés dans un premier temps par le biais de l'entrevue semi-structurée, et dans un deuxième temps par l'entremise d'un groupe de discussion. L'analyse de données préconisée a été celle de l'analyse de contenu selon L'Écuyer (1990) où des thèmes pertinents liés aux objectifs de la recherche ont émergé. Les données de cette analyse provenaient de l'entrevue semi-structurée, de l'entrevue de groupe ainsi que du journal de bord. De cette étude, il est retenu que :

- Le critère de sélection est basé sur la réputation des sujets selon Hunter (1953);
- Dix enseignants ont participé;
- Les outils de collectes de données utilisés auprès des enseignants sont l'entrevue semi-structurée, le groupe de discussion et le journal de bord;
- Deux outils de collecte de données ont été utilisés : l'entrevue semi-structurée et le groupe de discussion;
- L'analyse de contenu selon L'Écuyer (1990) est retenue pour analyser les données issues de l'entrevue semi-structurée, de l'entrevue de groupe et du journal de bord.

En résumé, les études multicas relevées ci-haut s'intéressent aux pratiques d'enseignement exploitant les outils numériques selon différents angles. Comme résumé dans le tableau 3.2, les chercheurs optent pour divers choix méthodologiques pour accéder à ces pratiques.

Tableau 3.2 : Devis méthodologiques en fonction des recherches recensées

	Kung-Teck et al. (2013)	Sun et al. (2014)	Töman et al. (2013)	Bernet et Karsenti (2013)	
Planification	Type d'étude	Étude multicas	Étude multicas	Étude multicas	Étude multicas
	Critères de sélection des cas	Réputation selon les pairs; Exploitation des outils numériques en S&T (3 ans et +)	Exploitation des outils numériques en S&T au secondaire	Exploitation des outils numériques en classe de S&T au primaire	Réputation selon les pairs
	Nombre de cas	7 cas	2 cas	5 cas	10 cas
Collecte	Outils de collecte de données	Entrevue semi-structurée	Enregistrements vidéo et sonores; journal de bord, observations en classe	Entrevue semi-structurée	Entrevue semi-structurée; groupe de discussion; journal de bord
	Périodes de collecte de données	T1 : entrevue semi-structurée T2 : entrevue semi-structurée (facultatif)	T1 : observation (leçon 1) T2 : observation (leçon 2)	T1 : entrevue semi-structurée	T1 : entrevue semi-structurée T2 : groupe de discussion
Analyse	Analyse des données	Analyse de contenu	Analyse de contenu	Analyse de contenu	Analyse de contenu

Tout d'abord, en ce qui a trait aux critères d'inclusion permettant de sélectionner les participants dans une étude multicas, il apparaît que trois critères émergent : la réputation du participant selon les pairs (Bernet et Karsenti, 2013; Kung-Teck et al., 2013), l'exploitation d'outils numériques lors de l'enseignement de contenus en S&T au primaire (Töman et al., 2013) et au secondaire (Sun et al., 2014); le fait d'avoir un minimum de trois années d'expérience dans l'exploitation d'outils numériques en S&T (Kung-Teck et al., 2013). Ensuite, le nombre de participants est différent dans chaque étude et il varie généralement de deux à dix enseignants. Par ailleurs, les outils de

collecte de données utilisés sont les suivants : l'entrevue semi-structurée (Bernet et Karsenti, 2013; Kung-Teck et al., 2013; Töman et al., 2013), le groupe de discussion (Bernet et Karsenti, 2013), le journal de bord (Bernet et Karsenti, 2013; Sun et al., 2014), l'observation (Sun et al., 2014); ainsi que les enregistrements vidéo et sonores (Sun et al., 2014). De plus, la collecte des données est habituellement d'une ou deux séances, dépendamment de l'outil utilisé et de la profondeur des données obtenues. Enfin, toutes les études recensées ont analysé leurs données selon une analyse de contenu. Les chercheurs ont procédé par la catégorisation d'unités de sens de façon à faire émerger des résultats pouvant répondre aux objectifs de leur recherche.

Les prochaines sections permettent de dresser les choix méthodologiques menant à l'opérationnalisation de la présente recherche. Trois grandes étapes se retrouvent dans l'opérationnalisation de l'étude multicas (Karsenti et Demers, 2004, 2011; Merriam, 1988; Roy, 2009; Stake, 1995; Yin, 1994, 2003, 2014) : la planification du cas, la collecte des données et l'analyse des données. Ces étapes sont explicitées dans les prochaines sections.

3.4 Planification des cas

En recherche qualitative, notamment dans le cadre d'une étude multicas, les participants sont rarement choisis au hasard, d'où la nécessité, dans un premier temps, de bien circonscrire les cas à l'aide de critères de sélection. Dans un deuxième temps, il incombe au chercheur de déterminer le nombre de cas à étudier. Les paragraphes suivants permettent de poser les balises menant à cette première étape d'opérationnalisation de la méthodologie.

3.4.1 Sélection des cas

La recherche s'intéresse à des enseignants respectant des critères clairement définis au regard de l'objet de recherche et permettant de répondre aux objectifs de cette thèse. Ainsi, inspirés de Bernet et Karsenti (2013), Kung-Teck et al. (2013), Sun et al. (2014) et Töman et al. (2013), les trois prochains critères tentent de circonscrire les cas.

Le premier critère concerne le fait que l'enseignant doit exploiter les outils numériques dans l'enseignement des S&T au primaire. Cette exploitation peut prendre plusieurs formes et peut inclure différents types d'outils numériques, et ce, dans divers contextes d'enseignement. Le respect de ce critère de sélection se fait à l'aide d'un sondage.

Le deuxième critère traite de la reconnaissance de l'enseignant selon les pairs. Les enseignants doivent être reconnus par leurs pairs comme étant des utilisateurs ayant des compétences dans l'utilisation des outils numériques, notamment lors de l'enseignement des S&T. Pour respecter ce critère, chaque enseignant participant à la recherche doit être recommandé par sa direction ou le conseiller pédagogique de l'école ou du centre de services scolaire (commission scolaire à l'époque).

Le troisième et dernier critère n'est pas inspiré des auteurs cités précédemment malgré le fait que la recherche en soit une de type multicases. Ce dernier critère repose sur l'intérêt qu'a l'enseignant pour sa participation à la recherche. En effet, puisque l'étude multicases est envisagée dans le cadre de cette thèse, il apparaît important de comprendre que l'investissement des participants à la recherche peut être considérable. Ainsi, un intérêt marqué pour le sujet semble inévitable. Contrairement aux deux premiers critères de sélection qui sont rencontrés à l'aide d'une enquête, le troisième critère repose sur les échanges préalablement effectués avec chacun des participants, qui permettent de relever ou non l'intérêt de ces derniers quant à la poursuite du projet de recherche dans leur classe respective.

Tableau 3.3 : Déroulement de la sélection des cas

Étape 1	Étape 2	Étape 3
Envoi de courriels aux directeurs d'école et aux conseillers pédagogiques les sollicitant à proposer la candidature d'enseignants	Rencontre avec chaque enseignant pour discuter des modalités de la recherche et de son intérêt	Passation du sondage d'enquête auprès de chaque enseignant désireux de poursuivre la recherche

Le tableau 3.3 illustre le déroulement du recrutement des cas en trois temps. Afin de recruter les cas, un envoi de courriels destinés à des directions d'école ainsi qu'à des conseillers pédagogiques de différentes centres de services scolaires a été effectué à l'étape 1. Pour une question de faisabilité et de facilité, la région retenue a été la Mauricie, et ce, parce qu'il s'agit du lieu de résidence du doctorant. Ce courriel (annexe 1) les invitait à soumettre la candidature d'enseignants répondant au deuxième critère, c'est-à-dire au fait que l'enseignant devait être reconnu comme ayant de bonnes compétences dans l'exploitation des outils numériques, notamment lors de l'enseignement des S&T. Par la suite, à l'étape 2, chaque enseignant a été contacté afin de planifier une rencontre et de discuter de sa participation à la recherche. Advenant le cas où l'enseignant acceptait de poursuivre la recherche en signant le formulaire d'information et de consentement (annexe 2), l'étape 3 nécessitait qu'il remplisse un sondage d'enquête.

Ce sondage (Enquête sur l'utilisation des TIC au primaire) inspiré de celui de Raby (2004) est utilisé pour sélectionner les cas finaux en fonction du premier critère de sélection. Outre pour répondre aux critères, le sondage est utilisé pour bien décrire le contexte dans lequel les enseignants exploitent les outils numériques en S&T ainsi que pour caractériser les enseignants participant à la recherche. Conçu pour le niveau

primaire, le sondage de Raby contient 24 questions. Afin de l'adapter pour cette recherche doctorale, quelques questions du questionnaire original ont été modifiées afin qu'elles correspondent à l'objet de recherche et aux outils numériques utilisés de nos jours. Ce sondage, présenté à l'annexe 3, traite de questions à la fois sociodémographiques et pédagogiques. Certaines questions portent sur le contexte du participant ainsi que sur son expérience générale en enseignement, alors que d'autres portent plus spécifiquement sur les outils numériques disponibles et exploités par l'enseignant ainsi que sur ses pratiques d'enseignement.

3.4.2 Nombre de cas

Dans la présente recherche, il s'agit de sélectionner quelques cas, idéalement entre deux et dix, comme l'ont fait Bernet et Karsenti (2013), Kung-Teck et al. (2013), Sun et al. (2014) et Töman et al. (2013) en fonction des critères mentionnés précédemment. Roy (2009) rappelle que le cas « peut être sélectionné pour son caractère révélateur, son potentiel de découverte, ou par l'opportunité qu'il présente d'étudier un phénomène en temps réel » (p. 215). Selon les critères de sélection établis dans cette thèse, cinq cas ont été retenus pour leur diversité. Il convient toutefois de mentionner que le recrutement s'est révélé difficile malgré des efforts considérables. En effet, malgré les nombreuses invitations, les enseignants semblent réfractaires ou peu disponibles pour participer à un projet de recherche.

Le tableau 3.4 présente sommairement les cinq cas étudiés. Il comprend leur pseudonyme, leur genre, leur expérience d'enseignement (années), leur niveau d'enseignement, le nombre d'élèves dans leur classe, leur perception de leurs compétences liées à l'exploitation des outils numériques, leur perception de leurs compétences à enseigner les S&T, ainsi que la thématique abordée lors de leur participation à la présente recherche.

Tableau 3.4 : Données démographiques des cas étudiés

	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Cas 5
Pseudonyme	Julie	Line	Manon	Alice	Luc
Genre	Femme	Femme	Femme	Femme	Homme
Expérience d'enseignement (années)	10	20	20	3	2
Niveau enseigné	5 ^e	6 ^e	4 ^e	4 ^e et 5 ^e	4 ^e
Nombre d'élèves	22	25	25	24	18
Compétences perçues/outils numériques	Moyenne	Très bonne	Bonne	Bonne	Moyenne
Compétences perçues en S&T	Moyenne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne
Sujet enseigné	Saisons/ Germination	Robotique	5 sens	Caractéristiques des feuilles	Bébittes mécaniques (ingénierie)

3.5 Outils de collecte des données

À l'aide de différentes stratégies, la collecte de données permet au chercheur d'étudier en profondeur ses cas et ainsi d'approfondir son analyse tout en diminuant les sources de biais possibles. Comme en témoignent Harris et al. (2010), l'étude des connaissances issues du modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009) nécessite de s'intéresser à la planification de l'enseignement (phase préactive), à ses actions en classe (phase active), à ses réflexions sur ses actions et à son évaluation des élèves (phase postactive). Pour y arriver, cette thèse recourt à des instruments de collecte de données, l'entrevue et l'observation. Ces instruments, principalement utilisés pour l'étude des connaissances issues du modèle TPaCK (Archambault, 2016), sont discutés dans les prochains paragraphes. Un journal de bord a aussi été tenu par le doctorant

afin de consigner des notes jugées pertinentes au cours de la démarche ou de la collecte de données.

3.5.1 Entrevue

L'une des techniques les plus répandues dans la recherche qualitative pour recueillir des données, notamment pour l'étude multicas, est l'entrevue (Blanchet et Gotman, 2007; De Ketele et Roegiers, 2009; Gaudreau, 2011; Thouin, 2014; Van der Maren, 1995; Vermersch, 1991). Clarifions d'abord les vocables « entrevue » et « entretien », qui sont fréquemment utilisés dans les écrits scientifiques. Royer et al. (2009) mentionnent que ces termes « sont utilisés indifféremment » (p. 69) en ajoutant que certains écrits recourent aux deux appellations en même temps. Pour ce qui est de la présente recherche, le terme « entrevue » est celui retenu. Dans les écrits, on suggère généralement l'existence de trois types d'entrevues (libre, ou semi-structurée/dirigée ou structurée/dirigée) (Van der Maren, 1995). L'entrevue semi-structurée a été choisie comme modalité de collecte de données. Des précisions sont apportées dans les prochaines lignes.

3.5.1.1 Entrevues semi-structurées (phases préactive et postactive)

Dans le cadre de la recherche, l'entrevue semi-structurée est la plus appropriée pour les phases préactive et postactive de l'enseignement. Elle permet d'avoir accès aux pratiques d'enseignement à l'extérieur de l'activité en classe, en plus d'avoir accès aux choix pédagogiques de l'enseignant et à leurs justifications (Lefebvre, 2005). En effet, en raison de sa structure flexible, ce type d'entrevue permet d'approfondir les cas et suggère, comme le rappellent De Ketele et Roegiers (2009), un recueil d'informations qui reflète le mieux les réflexions des participants que les entrevues structurées. Cette

thèse s'inscrit, à l'instar de Bernet et Karsenti (2013), Kung-Teck et al. (2013), Sun et al. (2014) et Töman et al. (2013), dans un paradigme interprétatif où la compréhension de la réalité des participants est primordiale. Ainsi, il apparaît essentiel d'opter pour un canevas d'entrevue qui est polyvalent, c'est-à-dire à la fois souple et fiable, comme le prévoit l'entrevue semi-structurée.

Canevas d'entrevue pour la phase préactive

Le canevas utilisé pour l'entrevue semi-structurée doit pouvoir répondre aux objectifs de la recherche. En ce qui a trait à la phase préactive, des auteurs se sont penchés sur la création d'un canevas, celui de Harris et al. (2012). Plusieurs études, dont celles de Bibi et Khan (2017), Heintzelman (2017), Mourlam (2015) et Phillips et al. (2017), se sont appuyées de ce canevas. Ces auteurs font partie des seuls ayant développé un protocole d'entrevue portant sur les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement selon une approche qualitative. En effet, la plupart des chercheurs (cf. Jamieson-Proctor et al., 2013; Koh et al., 2013) qui se sont intéressés aux connaissances liées au modèle TPaCK y ont accédé par le biais de questionnaires quantitatifs.

Le canevas de Harris et al. (2012) présenté à l'annexe 4 est composé de deux parties : une portant sur la description de la leçon ou le projet concerné, et une autre portant sur des questions spécifiques en lien avec les catégories du modèle TPaCK. La première partie (8 questions) traite plus spécifiquement de la description des contenus à enseigner pendant la leçon ou le projet, de la description des objectifs d'apprentissage à atteindre chez les élèves dans le cadre de la leçon ou du projet, de la description des élèves, du déroulement prévu de la leçon ou du projet, des outils numériques exploités, de la façon dont sont déployés ces outils en classe, de l'utilisation des outils numériques par les élèves, et de la description du contexte dans lequel certains paramètres peuvent influencer l'exploitation des outils numériques en classe. La deuxième partie concerne

spécifiquement les connaissances issues du modèle TPaCK. Six questions la composent et abordent les connaissances¹² pédagogiques, disciplinaires, technologiques ainsi que leurs interrelations. Voici un exemple de question : Comment les outils numériques utilisés dans cette leçon/ce projet correspondent-ils aux objectifs du contenu/processus?

Globalement, cette entrevue a l'avantage d'être suffisamment flexible pour être en mesure de recueillir les pratiques déclarées des enseignants au regard du contexte dans lequel ils enseignent ainsi que des connaissances qu'ils mobilisent dans leur pratique. L'annexe 5 présente le canevas d'entrevue semi-structurée inspirée du canevas de Harris et al. (2012). Son adaptation a été nécessaire afin d'assurer une meilleure compréhension de chacune des questions par les participants et d'arrimer le contenu de ces questions avec le Programme de formation de l'école québécoise.

Ainsi, une entrevue semi-structurée a été réalisée avec chacun des enseignants participant avant la première période d'observation en classe. Cette période d'environ une heure a permis au chercheur de se mettre en contexte par rapport à ce qui aura été observé. Puisque cette recherche cerne les pratiques d'enseignement, quelques périodes d'observation ont été réalisées dans le deuxième temps de la collecte de données.

Canevas d'entrevue pour la phase postactive

Dans le cadre de cette deuxième entrevue semi-structurée, certaines balises présentées dans le canevas de l'annexe 6 ont été respectées pour élaborer les questions des entrevues destinées à chacun des participants. Ces balises s'inspirent de l'entrevue d'explicitation (Vermersch, 1991) afin de cadrer les entrevues. Parmi celles-ci, on

¹² Pour un rappel de ces connaissances et de leurs interrelations, le lecteur est invité à relire le chapitre II.

retrouve les questions propres à « la prise d'information », « à la localisation » et à « l'organisation temporelle » (Vermersch, 1991, p. 66). La prise d'information permet de dresser le bilan de ce que le participant a fait lors de la mobilisation d'une connaissance en particulier. Pour sa part, la localisation amène le participant à dresser le portrait du contexte dans lequel la connaissance a été mobilisée. Enfin, l'organisation temporelle amène le participant à revenir précisément sur chaque étape réalisée lors de la connaissance ciblée par le chercheur. Ainsi, pour chaque participant (Annexe 7 - Julie; Annexe 8 - Line; Annexe 9 - Manon; Annexe 10 - Alice; Annexe 11 - Luc), un canevas d'entrevue semi-structurée a été élaboré à la lumière des observations menées en classe et des balises retenues. Le nombre de questions ainsi que la durée de l'entrevue ont varié selon le cas étudié. La prochaine section traite de l'observation qui précédera cette entrevue semi-structurée.

3.5.2 Observation

Afin d'observer les cas en classe durant la phase active de l'enseignement, il est possible de recourir à la technique de l'observation directe en vue de prendre acte des comportements qui se manifestent (Guibert et Jumel, 1997). Gaudreau (2011) segmente l'observation directe en trois catégories : l'observation de terrain, l'observation en différé et l'observation participante. L'observation de terrain est celle retenue.

3.5.2.1 Observation de terrain (phase active)

À partir des finalités propres à chacun des types d'observation, celui de terrain apparaît approprié. Puisque cette recherche s'inscrit dans une étude multicas, l'intérêt d'observer les cas de façon neutre et sans interaction amène à répondre aux objectifs

de la recherche. De plus, il s'avère nécessaire, voire obligatoire d'observer les enseignants dans leur milieu respectif afin de bien valider les informations recueillies lors de l'entrevue semi-structurée de la phase préactive. Afin de bien rendre compte des périodes observées, il est prévu de recourir à des indicateurs clairement définis dans une grille d'observation.

Grille d'observation

Comme l'indique Archambault (2016), les seuls auteurs qui ont élaboré une grille d'observation pour étudier en classe les connaissances des enseignants sont Harris et al. (2010) et Hofer et al. (2011). Cependant, Hofer et al. (2011) mettent en garde à l'effet que cette grille d'observation étudie spécifiquement les connaissances technologiques de l'enseignant et non pas l'ensemble des connaissances présentes dans le modèle TPaCK. Ainsi, le recours à cette grille s'avère non approprié dans le cadre de cette thèse. En effet, la grille d'observation doit mener à décrire et à identifier ce que l'on souhaite observer en classe, c'est-à-dire les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement en S&T lors de l'exploitation des outils numériques au regard de toutes les déclinaisons du modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009).

Afin de concevoir une grille d'observation, nous avons eu recours à celle de Raby (2004), c'est-à-dire la Grille d'observation des pratiques TIC de l'enseignant (GopTICe). La justification du recours à cette grille repose sur le fait que l'auteure s'intéressait aux pratiques d'enseignement des enseignants et que cet outil lui permettait de recueillir les données inhérentes à ces pratiques. Raby (2004) a utilisé cette grille afin de : « [c]onsigner les caractéristiques de la séance d'observation, de l'enseignant, du groupe et de la leçon, de décrire l'ambiance et les événements de la classe, de cibler et décrire les séquences particulièrement intéressantes et de noter toutes autres informations pertinentes » (p. 68).

Dans sa recherche, cette grille a servi à clore l'étape de sélection des participants à son projet. Dans le cadre de la présente thèse, la grille permet plutôt de consigner toutes les données susceptibles de pouvoir répondre aux objectifs poursuivis, par exemple les connaissances mobilisées. Bien que la grille de Raby (2004) soit intéressante, il importe d'y apporter des précisions en regard des éléments observables souhaités.

Rappelons que les objectifs visent à identifier et à décrire les connaissances pédagogiques, disciplinaires, technologiques ainsi que leurs interrelations dans un contexte d'enseignement des S&T exploitant les outils numériques. De surcroît, cette thèse envisage de dégager des liens entre les connaissances mobilisées et les pratiques pour chaque phase d'enseignement. Il convient alors de bonifier la grille de Raby (2004) en fonction des intentions ciblées. Cette nouvelle grille est présentée au tableau de l'annexe 12 et expliquée dans le prochain paragraphe.

La grille comprend donc trois sections. La première section porte sur les données contextuelles. À travers ces données, l'intention du chercheur est d'identifier l'école, l'enseignant, le groupe, le niveau, la période, la date, l'observateur et le code de l'observation. La deuxième section traite de données pédagogiques. Tout d'abord, les caractéristiques (nombre d'élèves, caractéristiques des élèves, projet éducatif particulier, etc.) du groupe sont définies. Par la suite, un plan de la classe est dessiné afin d'avoir un aperçu de la disposition de l'enseignant, des élèves et du matériel pédagogique incluant les outils numériques. Puis, la nature de l'activité est identifiée; par exemple, elle peut être une leçon ou un projet. Les outils numériques exploités ainsi que les savoirs essentiels abordés en classe sont identifiés. Enfin, advenant le cas où l'observateur, en l'occurrence le doctorant, souhaite compléter cette section avec des commentaires, il peut le faire en dernier lieu. La troisième section porte plus spécifiquement sur les pratiques observées en classe au regard des connaissances issues du modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009).

Chacune des connaissances relève de la définition du modèle TPaCK exposée dans le deuxième chapitre. Les indicateurs du tableau 3.6 dans les pages qui suivent permettent chez l'observateur d'identifier et de décrire les pratiques observées en classe. Comme le mentionne Savoie-Zajc (2011), cette grille sert de point de repère pour le doctorant qui prépare et réalisera les observations. Selon l'auteure, ce n'est que lorsque le chercheur sera sur le terrain que cette liste d'indicateurs sera raffinée.

Les observations se déroulent à la suite de la première entrevue semi-structurée. En effet, ces périodes sont l'occasion pour le chercheur d'accéder aux pratiques d'enseignement constatées en classe. En effet, selon le cas étudié et la nature de l'activité ainsi que sa planification, le nombre de périodes d'observation prévu pour l'activité ou le projet a varié d'un participant à l'autre. La nature de l'étude multicas étant ce qu'elle est, plusieurs séances ont été nécessaires pour la majorité des cas. En effet, chaque cas a dû être suffisamment étudié et approfondi afin de bien circonscrire leur portrait. Les observations sont tenues de permettre la validation des informations recueillies lors de l'entrevue semi-structurée et ainsi de répondre aux objectifs poursuivis dans la thèse.

Afin de documenter des incidents critiques, des éléments non pris en compte dans la grille d'observation ainsi que des observations permettant de mieux contextualiser les pratiques d'enseignement, un journal de bord a été tenu. Ce journal permet en outre de consigner tous les commentaires personnels qui pourraient surgir lors des observations menées en classe (Gaudreau, 2011). Il est une sorte de « mémoire vive » (Savoie-Zajc, 2011) qui amène à consigner notamment des observations, des réflexions et des difficultés rencontrées sur le site. Il permet aussi de prendre du recul sur les interprétations et les observations du chercheur, ce dernier étant en mesure de les valider et de les approfondir davantage (Roy, 2009). Dans le cadre de ce projet de thèse, le journal de bord a été utilisé principalement lors des périodes d'observation en classe.

Prenant la forme d'un dossier pour chaque participant, le journal de bord a servi au doctorant à consigner de l'information autre que celle documentée dans la grille d'observation. Certains documents y ont aussi été ajoutés. À divers moments lors du traitement des données, le doctorant a consulté ses notes prises sur le terrain afin de mieux interpréter certaines manifestations des connaissances mobilisées par les participants. Il est à noter que ce journal a été utilisé uniquement pour consigner des éléments issus de la collecte de données lors des observations afin de nuancer et de contextualiser les résultats. Il ne fait donc pas l'objet d'une analyse des données puisqu'il est utilisé en appui des observations.

3.5.3 Déroulement de la collecte de données

La collecte de données s'est amorcée avec une entrevue semi-structurée d'environ 60 minutes avec chaque enseignant afin d'aborder la phase préactive de l'enseignement. À la suite de cette entrevue, une ou des périodes d'observation d'environ 30 à 60 minutes ont été prévues lors de la phase active de l'enseignement. Enfin, une entrevue semi-structurée a été réalisée afin de traiter de la phase postactive de l'enseignement, et ce, lorsque toutes les périodes d'observation ont été complétées. Parallèlement à ces trois premiers temps de collecte de données, la tenue d'un journal de bord par le doctorant a été effectuée. Le tableau 3.5 résume ces étapes de collecte de données. La prochaine section aborde les techniques de traitement des données.

Tableau 3.5 : Déroulement de la collecte de données

Étape 1	Étape 2	Étape 3
Entrevue semi-structurée d'environ 60 minutes (Phase préactive)	Période(s) d'observation variant de 30 à 60 minutes (Phase active)	Entrevue semi-structurée d'environ 60 minutes (Phase postactive)

3.6 Traitement des données

Cette section débute par les modalités entourant le traitement des verbatims et des observations. Ensuite, le cadre d'analyse est présenté. Enfin, les procédures liées au traitement des données sont présentées.

3.6.1 Traitement des verbatims et des observations

Le traitement des données s'est réalisé tout au long de la collecte menée auprès des participants. Roy (2009) rappelle que le traitement des données se fait en concomitance avec la collecte. En effet, selon l'auteur, tout au long du processus, le chercheur peut revenir auprès du cas étudié afin de poser une question différemment ou de multiplier ses sources de collectes de données. Un traitement des données a été effectué du côté des verbatims et du côté des observations.

Pour ce qui est des verbatims, les données issues des entrevues ont été enregistrées à partir d'une application d'enregistrement sur un appareil mobile et ont été segmentées en unités de sens afin de faciliter le codage dans le logiciel NVivo 12.0. Tous les propos ont été retranscrits intégralement dans un traitement de texte. Quant aux données issues des observations réalisées en classe, elles ont été traitées différemment des entrevues.

Les observations notées par le doctorant en classe ont été retranscrites dans un document de traitement de texte par ce dernier. Consignées sous la forme d'événements, elles ont été catégorisées directement par le doctorant dans une grille illustrant les connaissances issues du modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009).

En fonction des connaissances issues du modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009), qui agissent à titre de grandes catégories (T, P, C, TP, TC, PC et TPC), chaque unité de sens et chaque événement issu des observations qui se rapportent à la définition de ces connaissances ont été codés et catégorisés. Ce cadre d'analyse est présenté plus amplement dans la prochaine sous-section. Cette analyse de contenu est à la fois déductive et inductive. Elle est déductive puisque des catégories, c'est-à-dire les définitions proposées par Koehler et Mishra (2009), existent déjà au regard des connaissances mobilisées par les enseignants. La catégorisation des unités de sens est ainsi structurée selon une codification qualitative (Anadón et Guillemette, 2006; Miles et Huberman, 2003) permettant de mieux identifier et décrire les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement lors de l'exploitation des outils numériques en S&T, comme que le prévoient les objectifs de la recherche. Elle est aussi inductive puisqu'à partir des données recueillies, des manifestations de connaissances et des éléments contextuels ont émergé des propos des enseignants. Cette approche inductive, comme le souligne Merriam (2009), permet par la suite de tisser des liens avec le modèle théorique de départ, c'est-à-dire le TPaCK de Koehler et Mishra (2009). L'arbre catégoriel de l'annexe 13 permet de consigner les résultats obtenus à la suite du traitement des données. Pour simplifier la présentation de ces résultats, des cartes conceptuelles illustrant chacune des phases de l'enseignement pour chaque participant permettent d'identifier les manifestations de connaissances mobilisées lors des entrevues et des périodes d'observation. C'est ce qui sera rapporté dans le prochain chapitre.

3.6.2 Cadre d'analyse

Les indicateurs retenus pour procéder à l'analyse des entrevues et des observations sont présentés dans le tableau 3.6. Ils sont inspirés du modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009) et ont permis d'identifier des manifestations de connaissances mobilisées par les participants, et ce, pour toutes les phases de l'enseignement. Chaque type de connaissance est associé à des indicateurs spécifiques. Les connaissances P sont liées aux méthodes d'enseignement, aux stratégies pédagogiques, aux diverses approches en éducation, aux méthodes d'évaluation et aux stratégies de gestion de classe. Les connaissances C concernent les contenus en S&T, les démarches en didactique généralement reconnues pour l'enseignement des S&T, et les conceptions initiales des élèves au regard de notions en S&T. Les connaissances T relèvent de la capacité de l'enseignant à exploiter les fonctionnalités d'outils numériques (communication, planification, etc.).

Les connaissances TP sont liées à la capacité de l'enseignant de soutenir ses stratégies pédagogiques pour son enseignement et pour les apprentissages à l'aide d'outils numériques. Les connaissances PC portent sur l'organisation de l'enseignement des contenus à enseigner en S&T et sur les stratégies pédagogiques à considérer pour y parvenir. Les connaissances TC ont pour objet de sélectionner des outils numériques disciplinaires pour soutenir spécifiquement l'enseignement des S&T. Enfin, les connaissances TPC concernent la capacité de l'enseignant à tenir compte des stratégies pédagogiques pour l'enseignement de savoirs essentiels en S&T dans une activité intégrant un ou des outils numériques.

Tableau 3.6 : Liste des indicateurs inspirés de chaque ensemble de connaissances issue du modèle TPaCK de Koehler et Mishra (2009)

Connaissances pédagogiques (P)	<ul style="list-style-type: none"> - L'enseignant recourt à diverses méthodes d'enseignement - L'enseignant exploite différentes stratégies pédagogiques - L'enseignant s'inscrit dans diverses approches en éducation - L'enseignant recourt à diverses méthodes d'évaluation - L'enseignante opte pour différentes stratégies de gestion de classe
Connaissances disciplinaires (C)	<ul style="list-style-type: none"> - L'enseignant enseigne des contenus en S&T - L'enseignant recourt aux démarches employées pour l'enseignement de contenus spécifiques aux S&T - L'enseignant appréhende les conceptions initiales des élèves
Connaissances technologiques (T)	<ul style="list-style-type: none"> - L'enseignant exploite des outils technologiques - L'enseignant communique par le biais des outils technologiques - L'enseignant prépare ses leçons à l'aide d'outils technologiques
Connaissances technopédagogiques (TP)	<ul style="list-style-type: none"> - L'enseignant utilise des outils technologiques pour favoriser son enseignement - L'enseignant utilise des outils technologiques pour favoriser les apprentissages - L'enseignant exploite les fonctionnalités d'un outil technologique lors d'une leçon ou d'un projet
Connaissances pédagogiques et disciplinaires (PC)	<ul style="list-style-type: none"> - L'enseignant organise les contenus en S&T en fonction des étapes d'appropriation par les élèves - L'enseignant favorise des stratégies pédagogiques spécifiques lors de l'enseignement de certains contenus en S&T
Connaissances technologiques axées sur le contenu disciplinaire (TC)	<ul style="list-style-type: none"> - L'enseignant utilise des outils technologiques afin d'enseigner des contenus en S&T - L'enseignant explore des outils technologiques spécifiques lors de l'enseignement des S&T
Connaissances technopédagogiques axées sur le contenu disciplinaire (TPC)	<ul style="list-style-type: none"> - L'enseignant exploite des outils technologiques dans ses pratiques pédagogiques afin d'enseigner les S&T

3.6.3 Traitement des données

Comme le suggère Merriam (1988), pour assurer la validité de l'étude multicas, le chercheur se doit de recourir, comme procédure de traitement des données, à la triangulation des données. Roy (2009) mentionne que la triangulation des données « permettra au chercheur de combler les lacunes ou biais de chacune des méthodes ou des sources d'information dont il fera usage » (p. 218). Stake (2006) ajoute que la triangulation permet aussi de vérifier la transférabilité d'une observation ou d'une interprétation faite lors de l'étude des cas. Cette technique permet d'interpréter la situation telle qu'elle aura été vécue réellement chez les enseignants rencontrés (Mucchielli, 2009) et d'assurer ainsi la validité interne (Savoie-Zajc, 1996).

Deux types de triangulation sont généralement adoptés : la triangulation des méthodes et la réalisation de plusieurs études de cas (Dolbec et Clément, 2011) ou intercas (Yin, 2014). La triangulation des méthodes consiste à recueillir les données par le biais de plusieurs outils méthodologiques. Dans le cadre de la recherche, deux outils de collecte de données sont mobilisés : l'entrevue et l'observation de terrain. Toutes les données sont recueillies à partir de divers outils lors des phases de l'enseignement; l'objectif étant que la collecte de donnée reflète avec précision le contexte et les caractéristiques de l'ensemble des cas étudiés.

La réalisation de plusieurs études de cas est le deuxième type de triangulation des données adopté dans cette thèse. Cette étude en est une multicas, ce qui fera émerger davantage de résultats au regard du contexte d'exploitation des outils numériques en S&T au primaire. Comme le souligne Van der Maren (1993), la force d'une étude multicas est de dresser des caractéristiques générales de cas étudiés. Dans le cadre de cette thèse, l'idée d'étudier quelques cas s'inscrit parfaitement dans l'intention proposée par Van der Maren (1993), mais sans prétendre à la généralisation.

Pour s'assurer de la validité du codage, un double codage à l'aveugle a été réalisé pour chaque phase d'enseignement, et ce, pour les cinq participants. Ainsi, hormis le chercheur, une assistante de recherche (scolarité de maîtrise en éducation terminée) a double-codé les données. À la suite d'un premier codage de l'ensemble des données par le doctorant, un premier tour de double codage a été effectué et a révélé certains résultats peu satisfaisants. Cette insatisfaction a porté notamment sur les connaissances P et C. En effet, certaines stratégies didactiques pouvaient être confondues avec des stratégies pédagogiques alors que celles-ci se situent respectivement soit dans les connaissances C ou soit dans les connaissances P. Pour ce qui est des connaissances T, celles-ci n'ont pas posé de problème sur le plan conceptuel. Plusieurs discussions ont permis de clarifier les unités de sens devant intégrer chaque connaissance. À la suite de cet exercice conceptuel, un deuxième tour de double codage a été effectué sur l'ensemble des données et a fait ressortir des résultats satisfaisants de plus de 80 %. Ils sont exprimés en pourcentage pour les cinq participants à l'intérieur du tableau 3.7.

Tableau 3.7 : Résultats du double codage des données à l'aveugle (%)

	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Cas 5
Pseudonyme	Julie	Line	Manon	Alice	Luc
Phase préactive	92	86	86	82	91
Phase active	100	100	100	100	100
Phase postactive	100	97	90	89	92

3.7 Critères de scientificité

Certains critères de scientificité peuvent baliser et définir la qualité d'une recherche. Ces critères sont déterminés en fonction du type de recherche envisagé. Cette recherche étant de type qualitatif, les critères suivants sont exposés dans les prochaines sous-sections : la crédibilité, la transférabilité, la fiabilité et la confirmabilité (Mucchielli, 1996; Paillé, 1994; Savoie-Zajc, 2011).

3.7.1 Crédibilité

Ce critère repose sur le fait que les résultats issus de la recherche illustrent avec précision le sens que donne le chercheur par rapport à la réalité vécue par les participants (Drapeau, 2004). Il ne s'agit pas que le participant soit en accord ou non avec cette réalité interprétée par le chercheur, mais bien que ce dernier reconnaisse la légitimité de cette interprétation (Savoie-Zajc, 2011). Certains moyens sont identifiés pour assurer la crédibilité, notamment la présence prolongée du chercheur sur le terrain dans le processus de collecte de données ainsi que la triangulation des données.

Dans le cadre de cette recherche, le doctorant a réalisé toutes les étapes de collecte de données et n'a pas eu recours à des assistants de recherche. En effet, il souhaitait s'imprégner de la réalité des enseignants participants afin de rendre compte du mieux possible de cette réalité. Comme le mentionne Drapeau (2004), la recherche qualitative est propice à un engagement soutenu de la part du chercheur, et ce, sur une période étendue, ce qui favorise la crédibilité. De plus, le doctorant souhaitait procéder à la triangulation des méthodes qui consiste à recourir à plusieurs modes de collecte de données (Guba, 1981; Pourtois et Desmet, 2007). Dans le cadre de cette recherche, le recours à des entrevues semi-structurées et à l'observation de terrain a été retenu. La combinaison de ces modalités a bonifié la crédibilité de cette recherche, notamment parce que chacune d'elles était complémentaire à l'autre.

3.7.2 Transférabilité

Ce critère consiste en la description exhaustive du contexte et des cas étudiés auprès desquels a été réalisée la recherche afin de permettre à un autre chercheur, par exemple, d'appliquer les résultats obtenus dans son propre milieu. Les moyens privilégiés pour répondre à ce critère reposent sur l'utilisation d'outils de collecte de données pour décrire le contexte et les caractéristiques des participants (Baribeau, 2009).

Afin de bien circonscrire les cas, le doctorant a eu recours à des critères de sélection et à un sondage d'enquête permettant de bien décrire les caractéristiques sociodémographiques et pédagogiques de chacun des participants. En outre, les outils de collecte de données permettent au chercheur d'assurer une saturation des données qui caractérisent le contexte et les cas étudiés, ce qui peut assurer la transférabilité.

3.7.3 Fiabilité

Ce critère porte sur la procédure choisie par le chercheur tout au long de la recherche. La fiabilité repose sur la cohérence entre toutes les étapes de la recherche, notamment à partir des questions posées jusqu'aux résultats de recherche obtenus, et elle devrait permettre une reproduction des résultats (Drapeau, 2004). L'arrimage entre les outils de collecte de données se doit d'être documenté par le chercheur, notamment celui des diverses observations ainsi que de la technique de triangulation des méthodes (Savoie-Zajc, 2011).

Dans cette thèse, la triangulation des méthodes est effectuée à l'aide des entrevues semi-structurées et de l'observation de terrain. Cette prise en compte de ces éléments permet donc de bien répondre à ce critère de scientificité. Qui plus est, l'opérationnalisation de la méthode de collecte de données est détaillée, et ce, de la planification des cas à l'étude jusqu'à l'analyse des données. En effet, la recherche doit à la fois être convaincante et crédible sur le plan méthodologique (Savoie-Zajc, 2011). Selon l'auteure, les résultats obtenus doivent être en mesure d'être repris et compris par une personne externe à la recherche. Un double codage (tableau 3.7) a été réalisé sur l'ensemble des corpus et a révélé des pourcentages très satisfaisants.

Le traitement des données et l'obtention des résultats sont issus d'une collecte de données rigoureuse qui inclut deux outils de recherche. La pertinence de chacune de ces méthodes est justifiée et permet de bien comprendre le cheminement emprunté par le doctorant afin d'en arriver à ses résultats. Les approches d'analyse étant justifiées et appliquées avec rigueur, ce critère est ainsi respecté.

3.7.4 Confirmabilité

La confirmabilité traite plus spécifiquement de la rigueur de la démarche de recherche employée ainsi que de la rigueur de l'analyse des données (Savoie-Zajc, 2011). Elle se réfère à l'objectivité derrière l'analyse des données qui se doit de refléter les cas étudiés tout en écartant le point de vue du chercheur. Pour respecter ce critère, l'interprétation des données tant dans les entrevues que dans les observations de terrain s'est appuyée sur un modèle théorique, et ce, afin d'éviter toute incompréhension.

3.8 Éthique de la recherche

La possibilité de réaliser cette thèse s'appuie entre autres sur le certificat d'éthique (annexe 14) à la recherche #CER-17-240-07.02 émis par le comité à l'éthique de l'Université du Québec à Trois-Rivières en date du 24 novembre 2017. Toutes les données recueillies sont conservées sur un support électronique (clé USB) appartenant au doctorant. Ces données sont maintenues en lieu sûr dans la résidence du doctorant. Les seules personnes qui ont accès à ces données sont le comité de recherche, c'est-à-dire le directeur ainsi que la codirectrice de recherche. La durée de conservation de ces données s'échelonne jusqu'à deux ans après le dépôt de la thèse. Par la suite, elles seront détruites en étant effacées complètement.

La confidentialité des données individuelles des participants sera assurée. Ainsi, lors de la diffusion des résultats dans des congrès et des articles professionnels et scientifiques, l'anonymat sera en tout temps conservé.

3.9 Synthèse de la méthodologie

En résumé, rappelons que cette étude a pour but d'identifier et de décrire les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignants québécois de niveau primaire qui exploitent les outils numériques en vue de soutenir l'enseignement des S&T au regard du modèle TPaCK, lors de chaque phase d'enseignement. Il est souhaité de dégager des liens entre ces connaissances et les pratiques pour chacune de ces phases. Cette recherche en est une qualifiée de qualitative à visée descriptive et elle s'inscrit dans un pôle interprétatif. La méthode de collecte de données retenue pour répondre aux objectifs de la recherche est l'étude multicas, comme la définissent Merriam (1988), Miles et Huberman (1984) et Stake (2006).

Le recrutement des enseignants était scindé en trois temps : envoi massif de courriels aux directions d'école et aux conseillers pédagogiques les sollicitant à proposer la candidature d'enseignants, rencontres avec les enseignants pour discuter des modalités de la recherche et de leur intérêt, et passation du sondage d'enquête auprès de chaque enseignant désireux de poursuivre la recherche. La collecte de données s'est aussi échelonnée en trois temps : rencontrer les enseignants et animer une entrevue semi-structurée; mener des périodes d'observations de terrain – il est possible de réaliser plusieurs observations de terrain selon la profondeur des données recueillies; clore la collecte de données à l'aide d'une entrevue semi-structurée. Durant la collecte de données, deux outils ont été utilisés : l'entrevue semi-structurée et l'observation de terrain.

L'analyse des données a été réalisée au moyen d'une codification qualitative à la fois déductive et inductive. Afin d'assurer la validité de la recherche, deux méthodes de triangulation des données ont été utilisées : la triangulation des méthodes et la triangulation des données. De plus, les quatre critères de scientificité d'une recherche qualitative, c'est-à-dire la crédibilité, la transférabilité, la fiabilité et la confirmabilité,

sont expliqués et justifiés. Enfin, cette recherche doctorale respecte les critères de confidentialité en matière d'éthique et d'anonymat auprès de chacun des participants.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS

Ce chapitre présente les principaux résultats obtenus. Ils sont le fruit d'une analyse des données pour chaque phase d'enseignement, et ce, pour les cinq participants (Julie, Line, Manon, Alice et Luc). De façon succincte, les cas de chacun des participants sont présentés dans cette section. L'ensemble des portraits comprend le profil de l'enseignant et les éléments contextuels, le résumé de la séquence étudiée ainsi que les trois phases d'enseignement analysées (préactive, active et postactive). Une synthèse vient conclure le chapitre.

4.1 Julie

4.1.1 Profil de l'enseignante et éléments contextuels

Julie est une enseignante de la première année du troisième cycle (22 élèves) dans une école primaire de plus de 300 élèves du Centre de services scolaire du Chemin-du-Roy en Mauricie. Âgée dans la trentaine, elle possède plus de six ans d'expérience en enseignement et exploite les outils numériques depuis trois ou quatre ans tant dans son travail personnel qu'auprès de ses élèves. À son école, elle a accès à des ordinateurs de bureau, à des ordinateurs portables (chariot), à un TNI dans la classe, à des tablettes électroniques (chariot), à un numériseur et à Internet sans fil. De plus, elle possède une

adresse électronique au travail ainsi qu'une adresse personnelle et un site Internet pour sa classe.

L'enseignante juge qu'elle possède des compétences qu'elle qualifie de moyennes tant dans l'exploitation des outils numériques en classe que dans l'enseignement des S&T. Malgré le fait qu'elle se considère comme « moyenne » dans ces deux éléments, elle y accorde une grande importance dans son enseignement. Julie utilise principalement les outils numériques en S&T pour consulter des sites Internet contenant des activités, pour trouver de l'information, pour utiliser des applications et des logiciels spécifiques aux S&T. En moyenne, ses élèves utilisent les outils numériques en S&T moins d'une heure par semaine. En S&T, elle recourt régulièrement à diverses approches pédagogiques, notamment l'enseignement en grand groupe, le travail en projet, l'enseignement coopératif et la résolution de problèmes.

4.1.2 Résumé de la séquence d'enseignement étudiée

Dans le cadre de cette séquence d'enseignement, Julie a abordé certains phénomènes en lien avec le système solaire, et ce, au sein d'un module de recherche scindé en deux parties. Dans la première partie, il a été question du système solaire et plus spécifiquement des saisons. Dans la deuxième partie, l'intérêt a porté sur l'influence des phénomènes liés au système solaire sur la vie terrestre. Au sein d'un projet intitulé « Tomatosphère », les élèves ont été appelés à faire pousser des tomates et à noter leurs observations. L'ensemble de ce projet s'est échelonné sur deux semaines, à raison de deux heures par semaine (8 mai 2018 et 15 mai 2018) pour un total de quatre heures. Avant d'amorcer le travail en classe, Julie et ses élèves ont visité le planétarium afin qu'ils puissent déjà se poser des questions sur les phénomènes qui les entourent et faire ressortir leurs connaissances en lien avec ceux-ci. Elle a utilisé divers outils numériques, dont la tablette électronique, le TNI, des sites Internet (Google

Documents, Google Drive, YouTube, etc.) et l'application Padlet. Ces outils ont servi à rechercher et à consigner de l'information, à susciter l'intérêt et à permettre une collaboration entre les élèves. Pour l'enseignement, ils ont servi principalement à présenter de l'information, à consigner le travail des élèves et à soutenir les explications.

4.1.3 Phase préactive

La figure 4.1 de la page suivante illustre le portrait des connaissances mobilisées par Julie lors de la phase préactive ainsi que le contexte d'enseignement. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l'aide d'exemples et de verbatims.

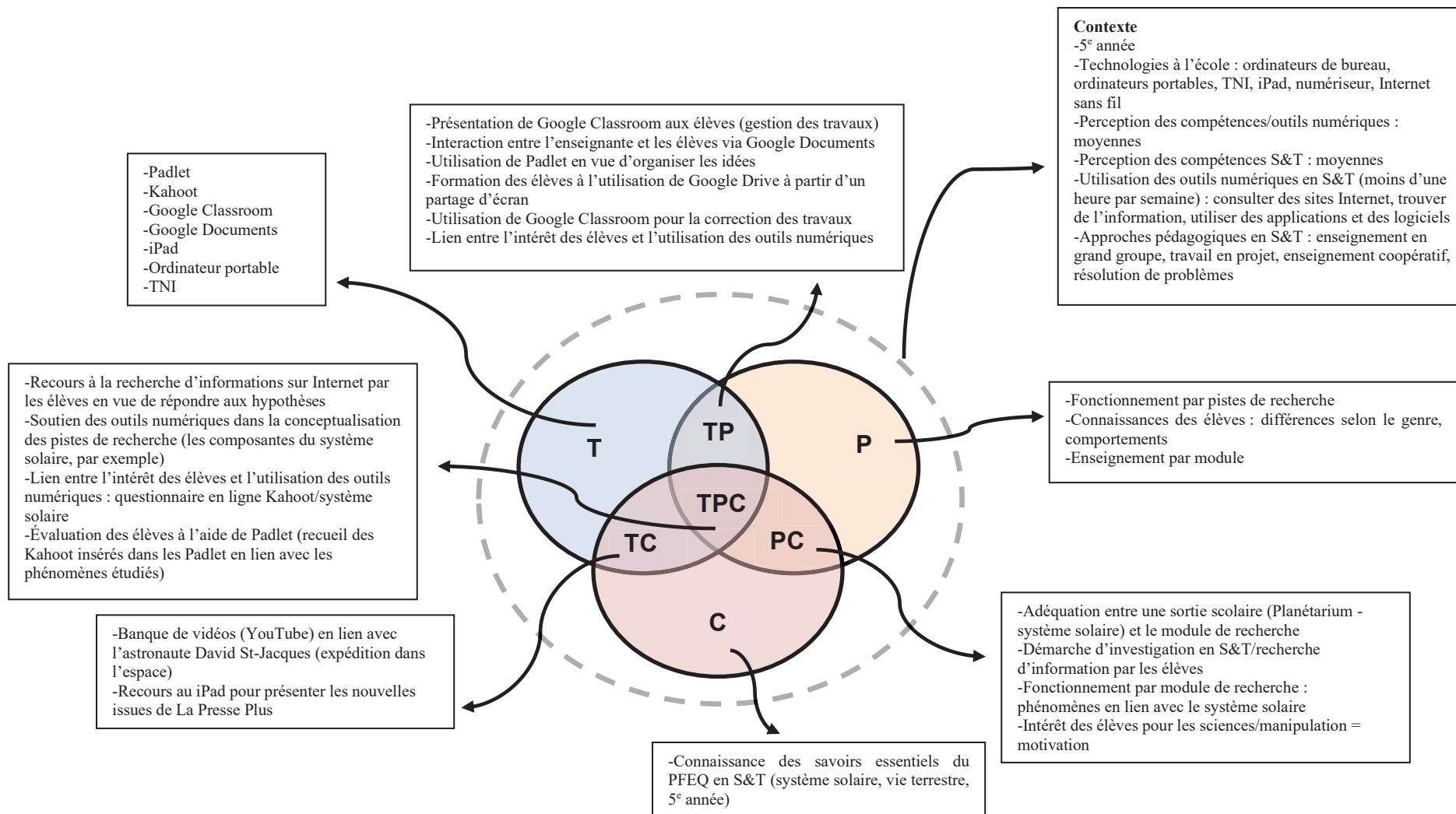


Figure 4.1 : Portrait des connaissances mobilisées par Julie à la phase préactive

L'entrevue préactive permet de faire émerger des propos de Julie des **connaissances T**. Dans sa planification, Julie prévoit l'exploitation de divers outils numériques qu'elle connaît. Elle présente Padlet comme étant un outil permettant de concevoir, par exemple, un journal de bord virtuel présenté sous forme de tableïde. Elle explique que l'utilisation de l'outil Padlet demeure simple et intuitive. L'enseignante met l'accent sur le fait que c'est facile d'utilisation, spécifiquement parce que l'application est très visuelle et que l'on peut s'y repérer aisément. De plus, Julie souhaite intégrer l'application Internet Kahoot!. Elle explique qu'il s'agit essentiellement d'un outil en ligne permettant de concevoir différents types de questionnaires tout en étant à la fois efficace et esthétique. En outre, Julie a dressé la liste des outils qu'elle utilisera à partir de la suite bureautique offerte par Google. Parmi ces outils, elle a relevé Google Drive (espace de stockage), Google Classroom (environnement numérique dans lequel il y a plusieurs fonctionnalités d'interaction, de collaboration, de création, de communication et de gestions des travaux) et Google Documents (éditeur de texte en ligne).

Julie compte préparer ses leçons à l'aide de ces outils. Elle utilisera les fonctionnalités de Google Documents pour concevoir divers documents en ligne récupérables par les élèves via un lien de partage. Afin de soutenir le recours à ces ressources numériques, il est prévu d'exploiter des tablettes électroniques, des ordinateurs portables et un TNI.

Certains propos de Julie relèvent des **connaissances TP**. Ils concernent, entre autres, l'utilisation des outils numériques dans le but de favoriser son enseignement et sa gestion de classe ainsi que des travaux. Julie compte circuler entre les équipes afin de constater la progression des tâches à effectuer en observant ce que les élèves exécutent sur la tablette électronique (iPad). En effet, elle les invitera à travailler en équipe de façon autonome sur Padlet et à lui partager le lien de leur Padlet sur son Google Drive. De cette façon, elle a expliqué pouvoir compiler les travaux des élèves à partir de la liste qui s'affichera sur son Google Drive. Selon le même principe, elle souhaite que ses élèves utilisent le Google Documents qu'ils auront éventuellement partagé de façon

à ce qu'elle puisse intervenir à l'aide de commentaires. Julie mentionne qu'il s'agit d'une activité habituelle dans laquelle les élèves sont à l'aise et avec une certaine forme d'interactivité, c'est-à-dire qu'ils collaborent entre eux à partir de l'outil numérique, comme le montre l'extrait suivant.

Dans le cadre du module, je compte utiliser aussi Google Docs. C'est facile d'utilisation pour eux et ils me l'envoient directement. Et moi je peux écrire dessus pendant qu'ils sont en train d'écrire. Par exemple, je vois qu'un élève travaille sur son site, je peux aller le commenter et favoriser l'interaction. Les élèves sont habitués avec cela. (Julie-PRL287¹³)

Certains propos de Julie concernent plutôt l'utilisation des outils numériques en vue de favoriser les apprentissages. Parmi ces apprentissages se retrouvent tout d'abord diverses connaissances liées à l'intégration d'un outil numérique auprès d'un ou des élèves. Elle donne l'exemple du moment où ils devront se connecter à partir de la tablette électronique sur leur Google Drive en entrant leurs informations personnelles. Par la suite, elle énumère certaines fonctionnalités avec lesquelles les élèves travailleront dans Padlet. Parmi celles-ci, elle mentionne la conception d'organigramme, la modification du fond d'écran selon l'intérêt des élèves et l'arrangement des idées sous forme de bulles, de colonnes ou de toiles. Julie souhaite une approche pédagogique personnalisée dans laquelle les élèves s'y retrouveront tant du point de vue visuel que conceptuel. Elle explique aussi que cette intégration des outils numériques lui permettra de recueillir auprès de ses élèves de meilleurs résultats scolaires puisqu'elle insiste sur le fait que ce sont eux qui consigneront, organiseront et présenteront leurs informations, comme en témoigne le propos qui suit.

Padlet ça toujours bien été et c'est super visuel. Ce que les élèves aiment c'est qu'ils peuvent aller chercher plein de choses sur le web et ensuite les intégrer dans leur Padlet. Pourquoi c'est le meilleur, c'est visuel, ils

¹³ Chaque citation est associée à une identification précise qui permet de repérer facilement l'unité de sens codée dans le corpus. Par exemple, l'identification « Julie-PRL287 » signifie que les propos proviennent de la participante Julie lors de la phase préactive (PR) à la ligne (L) #287.

peuvent ajouter des choses sur leur page. Ils peuvent structurer cela.
(Julie-PRL280)

Par ailleurs, Julie soulève l'importance de former ses élèves afin qu'ils puissent bien intégrer des outils numériques dans leurs apprentissages. Pour ce faire, elle souhaite mobiliser des stratégies pédagogiques spécifiques. À partir de partages d'écran, Julie utilisera la tablette électronique afin de leur montrer comment mettre à profit l'application Padlet dans leur travail. Par ailleurs, en collaboration avec le conseiller pédagogique du centre de services scolaire, Julie aura préalablement donné une formation sur les outils issus de la suite de Google (Documents, Slide, Drive) afin de familiariser les élèves à leur utilisation. Cette étape d'appropriation des outils se doit, pour Julie, d'être préalable à leur exploitation en classe.

L'enseignante mentionne d'autres éléments relevant de l'impact des outils numériques sur l'intérêt des élèves. Elle souligne l'importance que peuvent avoir ces outils sur l'intérêt de ses élèves en expliquant que cette génération côtoie constamment le numérique et qu'il est impensable de ne pas conjuguer son enseignement avec cette réalité. Elle explique qu'à partir du moment où elle sort les tablettes électroniques en classe, les élèves deviennent beaucoup plus réceptifs et motivés à effectuer les tâches prescrites. Cet extrait en témoigne : « *Je vais chercher leur intérêt parce que c'est sûr que dès que je leur dis qu'on va travailler avec le portable ou avec la tablette, je sollicite leur intérêt.* » (Julie-PRL314)

Des **connaissances** de type TC ont émergé durant l'entrevue préactive. Dans sa planification, Julie arrime l'utilisation d'outils numériques avec l'enseignement de contenus en S&T. Afin de faciliter l'explication de certains phénomènes observés dans le système solaire, Julie recourra à des vidéos qu'elle a elle-même trouvées sur le site Internet YouTube qui font notamment référence à l'astronaute David Saint-Jacques qui, lui, s'est envolé en décembre 2018 vers la station spatiale internationale. En

parallèle, elle prévoit recourir à la tablette électronique et plus spécifiquement à l'application *La Presse Plus* afin de présenter les plus récentes nouvelles en lien avec cette mission spatiale, comme l'indique cet extrait.

En ce moment il y a beaucoup de vidéos que je vais utiliser sur YouTube. Des vidéos que j'ai trouvées. C'est souvent des vidéos de Tout le monde en parle ou de David Saint-Jacques. On regarde beaucoup La Presse Plus sur partage d'écran. (Julie-PRL151)

À quelques reprises, les propos de Julie ont fait état de **connaissances TPC**. Elle est en mesure d'exploiter des outils numériques dans ses pratiques d'enseignement en vue d'enseigner les S&T. Elle explique que l'outil Padlet permettra aux élèves de structurer leur recherche d'information en lien avec la structure du système solaire et l'impact de celle-ci sur la vie terrestre. Dans ce cas-ci, l'outil numérique permettra, selon Julie, de mieux conceptualiser la matière et ainsi de mieux s'approprier les pistes de recherche. De surcroît, Julie suggère que cette conceptualisation peut aussi se traduire par la création d'un questionnaire en ligne (Kahoot!) par les élèves, ce qui les encouragera à cibler les concepts importants du système solaire. Elle mentionne que cette façon de faire soutiendra à la fois les élèves dans leurs apprentissages, mais aussi elle-même puisqu'elle sera en mesure d'évaluer la progression des élèves quant à leur compréhension du contenu abordé. Cet extrait présente une mise en situation évoquée par Julie.

Par exemple, si je leur dis « faites un Kahoot! ou un Padlet sur qu'est-ce que sont les composantes du « système solaire », alors ils vont chercher sur ces constituantes ou sur ce qu'est le système solaire. Alors moi je vois qu'ils ont compris, qu'ils ont conceptualisé, qu'ils ont été chercher les concepts importants sur le système solaire. (Julie-PRL259)

Julie a fait état dans sa planification de diverses **connaissances PC**. Elle organise les contenus en S&T en fonction des étapes d'appropriation par les élèves. Dans le cadre du module, elle planifie une sortie au Planétarium de Montréal. Avec l'expérience,

Julie sait qu'il est nécessaire de situer cette sortie au début du module afin de permettre aux élèves de faire des liens pendant le module, comme en témoigne cet extrait : « *Le planétarium est placé plus au début. Ça va permettre de faire des liens et de rendre le module plus concret pour les prochaines semaines à venir dans le module.* » (Julie-PRL103) De plus, elle explique que cela rendra plus concrètes certaines notions en S&T qui peuvent parfois être abstraites pour les élèves. En ayant fait une sortie au Planétarium, Julie espère que les élèves seront en mesure de mettre à profit leurs nouvelles connaissances et de mieux formuler leurs explications à l'oral et à l'écrit aux questions posées dans le cadre du module.

Julie tisse également des liens entre les intentions pédagogiques et les stratégies didactiques fréquemment utilisées en S&T. Son intention pédagogique demeure que les élèves devront être en mesure de rechercher de l'information pour répondre aux pistes de recherche qui seront présentées en début de module. Pour y arriver, elle explique qu'une démarche d'investigation sera nécessaire. Elle compte tout d'abord demander aux élèves d'émettre des hypothèses. De là découlera une recherche d'information qui sera à la fois consignée et validée par les élèves en vue de répondre à ces pistes de recherche.

Julie sait que certaines des stratégies didactiques pour lesquelles elle optera auront un impact sur la motivation des élèves. Puisqu'une partie du module reposera sur la manipulation d'objets en classe (projet Tomatosphère), elle explique savoir que cela captera inévitablement l'attention de ses élèves ainsi que leur intérêt pour les S&T. De plus, elle cible certains contenus tels que les trous noirs et la vie dans l'espace comme astronaute en spécifiant qu'ils ont un impact réel, « *que les élèves capotent* » (Julie-PRL219) sur ce type de sujet en S&T. Pour elle, le fait que les élèves puissent manipuler des objets et se questionner sur des sujets intéressants en S&T aura un impact positif sur leur motivation.

Julie a fait état, dans sa planification, de diverses **connaissances P**. En fait, elle planifie différentes méthodes d'enseignement dans sa pratique. En effet, elle préconise un enseignement par module qui comprend certaines étapes. De façon générale, elle fonctionne tout d'abord à partir de pistes de recherche dans lesquelles ses élèves sont amenés à repérer de l'information en vue de répondre aux questions de départ : « *je fonctionne avec mes pistes de recherche puis l'idée maitresse de mes élèves* » (Julie-PRL029). L'enseignante mentionne qu'elle se fie au module qui a déjà été développé par d'autres membres du personnel (enseignantes, conseillère pédagogique). Bien qu'elle applique ces stratégies pédagogiques, elle fait confiance au module en ce qui a trait aux éléments de S&T qui sont en adéquation avec le PFEQ. De ce fait, ses propos relèvent dans ce cas-ci seulement des connaissances pédagogiques par rapport à cet indicateur.

À travers ses propos, Julie met à l'avant-plan certaines connaissances comportementales de son groupe-classe. Elle définit ses élèves comme formant un groupe hétérogène où le rapport entre les genres est difficilement harmonieux. D'un côté, les garçons prennent régulièrement les devants lorsqu'il y a des échanges en classe, alors que les filles ont tendance à demeurer très introverties.

C'est une classe de 5^e année, ils sont vraiment très « garçon » et « fille ». J'ai vraiment une séparation entre les deux. Je dirais que je trouve ça difficile cette année parce que j'ai toujours fonctionné de façon très homogène. (Julie-PRL054)

Les filles écoutent et ne parlent pas beaucoup, ce qui, selon Julie, proviendrait davantage de leur personnalité plutôt que des interventions à la fois constantes et extraverties des garçons. Devant cette réalité qui anime sa classe et qu'elle connaît très bien, Julie tente d'intervenir plus régulièrement auprès des filles afin qu'elles prennent leur place dans la classe. Dans sa planification des activités, Julie sait qu'il faudra porter

une attention particulière aux filles en optant pour un questionnement soutenu auprès d'elles.

Lors de l'entrevue préactive, Julie a fait état de **connaissances C** quant aux contenus enseignés en S&T. Elle mentionne que le système solaire est un savoir essentiel abordé notamment à la première année du troisième cycle du primaire. De plus, elle précise ce qui sera abordé en mentionnant des éléments tels que les structures et les phénomènes en lien avec le système solaire. Par ailleurs, elle cible comme contenu en S&T à enseigner l'impact des phénomènes attribuables au système solaire sur la vie terrestre, comme le précise cet extrait.

On va regarder voir si on peut faire des liens avec la vie terrestre. On va explorer aussi des phénomènes. On va explorer des structures du système solaire puis on va faire des liens avec la vie terrestre et est-ce que ça nous influence. (Julie-PRL019)

4.1.4 Phase active

La figure 4.2 de la page suivante illustre une synthèse des manifestations des connaissances mobilisées par Julie lors de la phase active. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l'aide d'exemples.

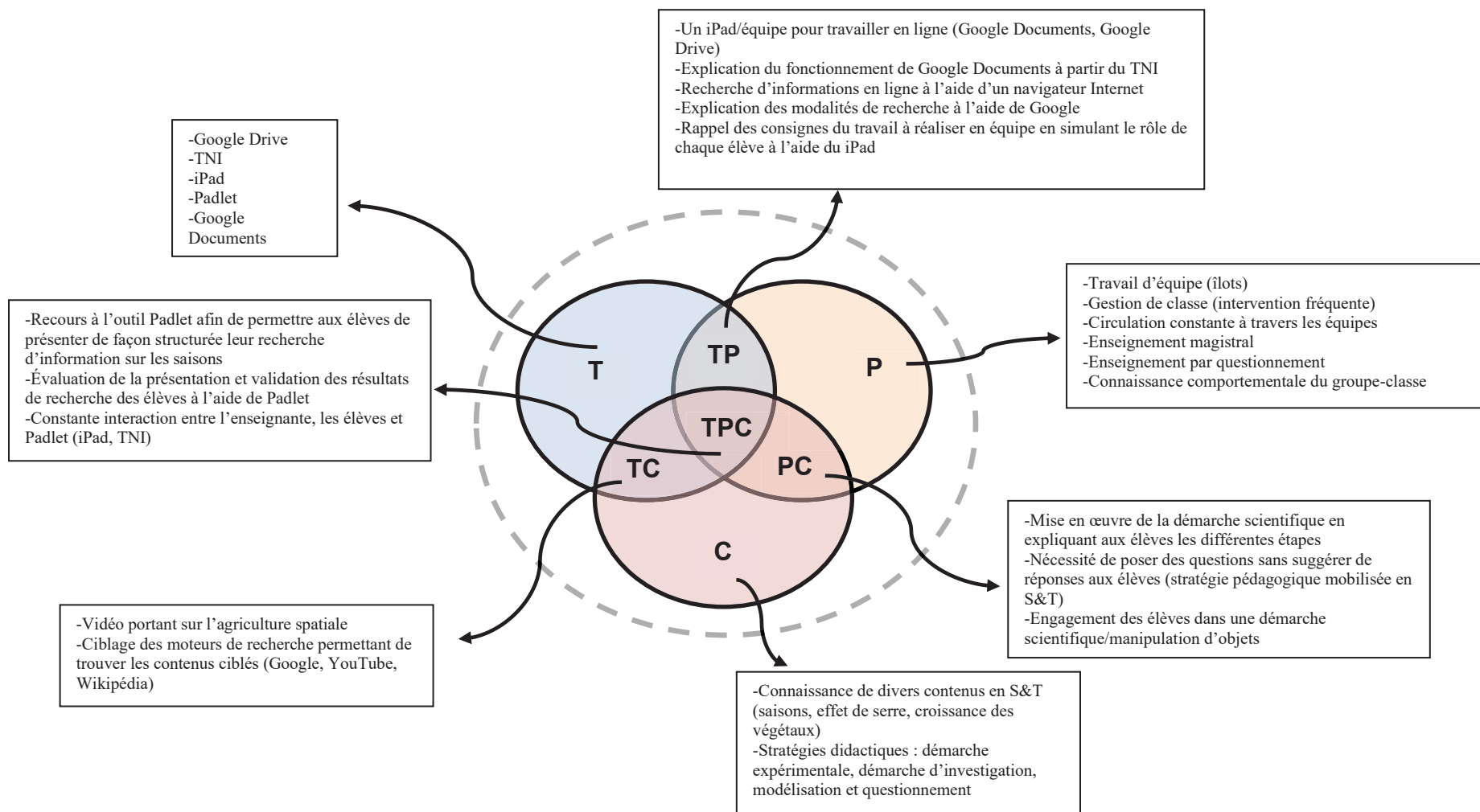


Figure 4.2 : Portrait des connaissances mobilisées par Julie à la phase active

Lors des périodes d'enseignement en classe, Julie a mobilisé des **connaissances T** en exploitant les fonctionnalités de différents outils technologiques. À son bureau, elle a eu recours à Google Drive afin de partager des documents et a utilisé le TNI pour les projeter. D'autres outils ont également été employés dont les tablettes électroniques (iPad), Padlet, Google Document et des sites Internet.

Par ailleurs, Julie a aussi mobilisé diverses **connaissances TP**. Elle a utilisé des outils numériques pour favoriser les apprentissages de ses élèves. Chaque équipe d'élèves possédait un iPad sur lequel ils travaillaient en ligne. Plus précisément, ils utilisaient le navigateur Internet pour chercher de l'information, l'application Google Documents pour consigner cette information ainsi que leur espace de stockage Google Drive pour la sauvegarder.

Julie souhaitait amener ses élèves à s'appropriier les outils numériques. Elle était préoccupée par l'utilisation efficace des outils par ses élèves. Cela s'est traduit par l'explication à partir du TNI de la façon de copier-coller un document provenant de Google Documents vers un document vierge dans cette même application. Au final, chaque équipe devait avoir son document de travail en ligne afin de consigner les informations trouvées sur Internet à partir de leur iPad. Afin que les élèves puissent bien effectuer leur recherche, Julie a pris le temps de présenter les fonctionnalités de Google en présentant aussi certains critères d'évaluation propres à une source d'information fiable (auteur, date, type de document). De cette façon, cela a permis aux élèves non seulement de spécifier leur recherche, mais aussi d'arriver à des résultats davantage pertinents. De plus, devant la passivité d'une minorité d'élèves lors de l'activité, Julie s'est empressée de rappeler les consignes de travail en équipe en optant pour une simulation. De son bureau, elle a imité le travail d'équipe en jouant les rôles de chacun des quatre membres dans un contexte d'utilisation d'un iPad.

Dans son enseignement, Julie a mobilisé diverses **connaissances TC**. Ainsi, l'enseignante exploitait des outils technologiques en lien avec les contenus disciplinaires abordés en S&T. Elle a utilisé le site de l'Agence spatiale internationale (ASI) pour soutenir son enseignement à l'aide d'une vidéo portant sur l'alimentation dans l'espace, et plus spécifiquement sur l'agriculture spatiale (lien avec le projet Tomatosphère). Enfin, Julie a identifié les endroits où trouver de l'information en lien avec les contenus ciblés en S&T, soit Google, YouTube et Wikipédia.

Dans son enseignement, Julie a mobilisé aussi diverses **connaissances TPC**. Elle s'est servie de l'outil en ligne Padlet afin d'enseigner les quatre saisons en faisant participer activement ses élèves. Lorsque l'activité de recherche d'information a été terminée, les élèves ont dû présenter leurs résultats à partir de l'application Padlet projetée sur le TNI. Elle avait précisé ce qui devait se retrouver comme contenus dans le Padlet en lien avec la recherche sur les saisons. Elle a expliqué la façon avec laquelle les élèves devaient présenter ces contenus à partir de cet outil en ligne. Succinctement et à tour de rôle, chaque équipe a présenté ses résultats, ce qui a permis à Julie de s'assurer de la validité des informations recueillies et ainsi d'évaluer la progression des élèves. Cette activité s'est déroulée dans un contexte où il y a eu une interaction constante entre l'enseignante, l'outil numérique et les élèves.

Des **connaissances PC** ont aussi été mobilisées par Julie. Elle a mis en pratique diverses stratégies pédagogiques lors de l'enseignement de contenus en S&T. Comme le prévoyait son module, Julie a fonctionné par étape. Elle a tout d'abord expliqué l'importance de poser une hypothèse en lien avec les questions suivantes (projet Tomatosphère) : Est-ce que c'est possible de faire pousser des fruits et des légumes dans l'espace malgré l'apesanteur et le rayonnement? Quels types de semences peuvent germer même si les conditions ne sont pas favorables? À la suite de l'hypothèse, elle a suggéré de dresser une liste du matériel à utiliser dans le cadre de l'expérience à réaliser. Par la suite, il a été question avec les élèves de s'interroger sur les facteurs qui

pourraient influencer la croissance des plants de tomate. Par ailleurs, Julie a demandé aux élèves d'illustrer les étapes de manipulation par un dessin ou par écrit. Elle a exigé des élèves qu'ils répondent à leur hypothèse de départ en s'appuyant sur les informations obtenues. Lors de la période portant sur la mise en terre des graines de tomate, Julie s'est assurée de circuler d'une équipe à l'autre afin d'expliquer la façon d'ensemencer la graine. En outre, elle a recueilli les avis des élèves concernant les moments d'arrosage des plantes. Un plan d'arrosage a donc été convenu par l'entremise d'un tableau comprenant les dates d'arrosage ainsi que l'identification de la personne responsable de chaque moment d'arrosage.

Julie était en mesure de faire des liens entre ses intentions pédagogiques de départ et les stratégies didactiques propres à l'enseignement des S&T qu'elle utilise. Pour cette enseignante, il apparaissait pertinent dans sa pratique de questionner les élèves en lien avec les notions discutées, et ce, sans donner les réponses. Dans le cadre d'une discussion autour des facteurs qui permettent de faire pousser des plants de tomate, Julie a demandé aux élèves leurs avis, en tentant d'arrimer leurs propos avec les méthodes de travail prescrites dans ce cas-ci. De plus, afin que les élèves puissent entreprendre en équipe la démarche scientifique, Julie s'est assurée de simuler devant la classe une approche qui, pour elle, s'avère efficace. Ainsi, elle a pris le temps d'expliquer les rôles des élèves dans l'équipe afin que tout le monde puisse prendre part à cette démarche.

Julie a témoigné de connaissances en ce qui a trait à la motivation des élèves et des stratégies didactiques préconisées en S&T. Avant même de commencer son activité sur la plantation des semences de tomate, elle savait que cela allait motiver les élèves à vouloir s'engager dans le projet et surtout à participer activement. En réalisant cette activité où les élèves mettaient les « *mains à la pâte* », cela a visiblement permis à ceux-ci de s'intéresser aux notions abordées dans le cadre du module.

Dans son enseignement, Julie a également mobilisé diverses **connaissances P**. Elle a exploité différentes stratégies pédagogiques en classe lors de son enseignement. Puisque le travail d'équipe a occupé une place importante dans son module, le plan de sa classe était prévu de façon à ce que les élèves puissent travailler en îlots. Cela a permis à Julie de circuler librement entre les îlots. Elle est intervenue constamment auprès des équipes nécessitant parfois davantage d'explications ou pour faire de la gestion de classe en lien avec des comportements inadéquats (p. ex., manque de rigueur ou de collaboration). Par ailleurs, Julie a opté pour deux principales façons d'enseigner, c'est-à-dire l'enseignement magistral et l'enseignement par questionnement. L'enseignement magistral était réservé en début de cours, alors que l'enseignement par questionnement se faisait pendant le cours afin de solliciter davantage la participation des élèves.

Julie a mis en place des modalités permettant aux élèves de concevoir eux-mêmes leur équipe de travail. Ses connaissances du comportement de son groupe-classe l'ont amenée à prendre cette décision. Elle sait que les garçons risquent de prendre les devants au détriment des filles, qui elles, vont probablement être plus discrètes lors de cette étape importante. Pour s'assurer que tout se déroule adéquatement, Julie a énoncé des consignes claires visant à favoriser l'autonomie, la rigueur et le respect mutuel des membres de l'équipe.

Dans son enseignement, Julie a mobilisé diverses **connaissances C**. Comme le prévoyait sa planification, elle a ciblé particulièrement des sujets en S&T tels que les saisons (y en a-t-il dans l'espace?), l'effet de serre (comment obtenir une croissance plus rapide?) et la croissance des plants de tomate (la mise en terre, la germination et l'entretien au quotidien). De plus, elle a lancé quelques pistes en lien avec la possibilité de faire pousser des plantes dans l'espace.

Dans sa pratique, Julie a eu recours aux démarches employées pour l'enseignement de contenus spécifiques aux S&T. Parmi celles-ci, on retrouve la démarche d'investigation (les quatre saisons), la démarche expérimentale (projet Tomatoshère), la modélisation (modèle réduit du système solaire) et le questionnement (non-explication initiale des contenus en S&T).

4.1.5 Phase postactive

La figure 4.3 de la page suivante illustre le portrait des connaissances mobilisées par Julie lors de la phase postactive. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l'aide d'exemples et de verbatims.

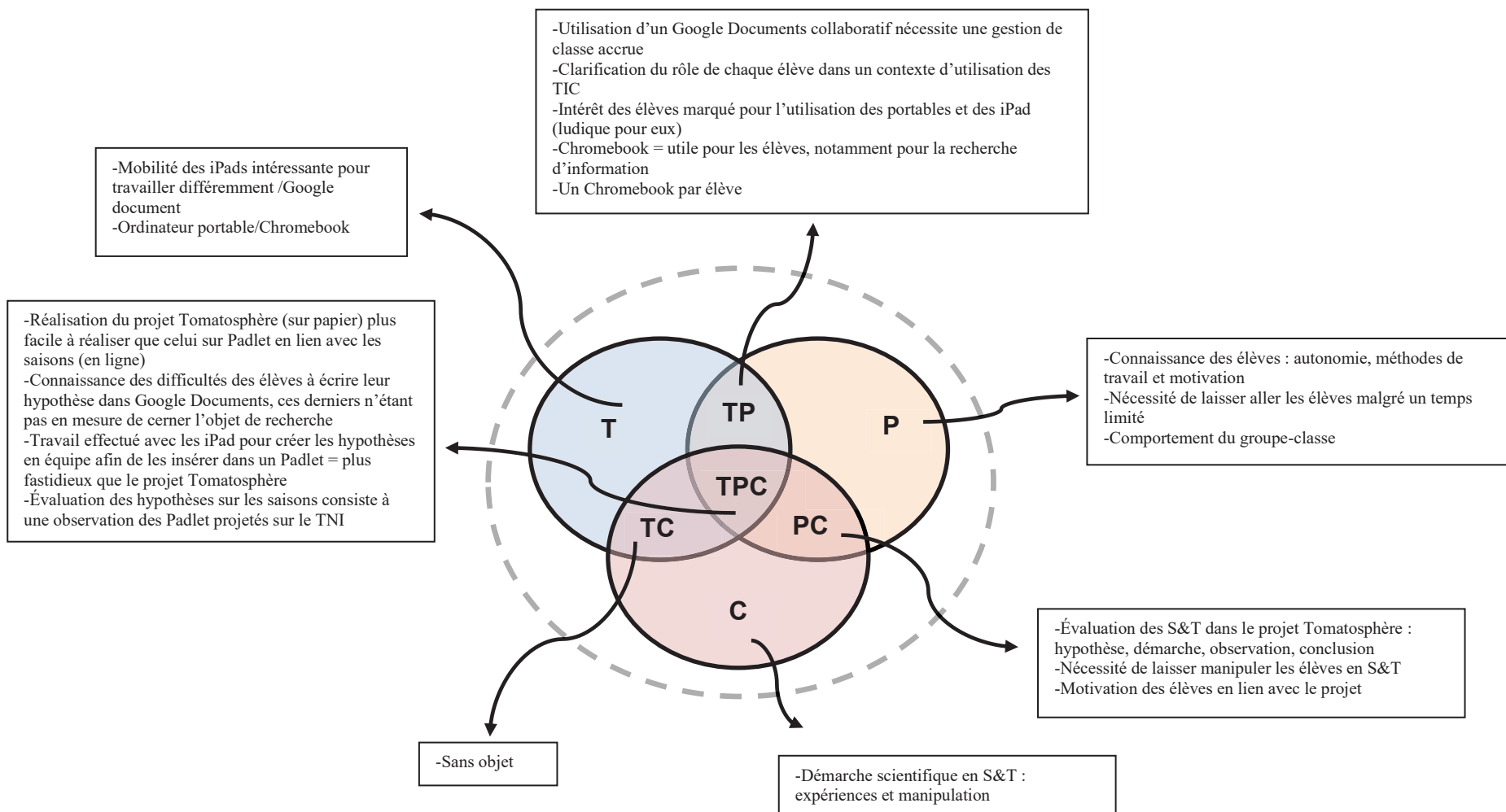


Figure 4.3 : Portrait des connaissances mobilisées par Julie à la phase postactive

À la fin du projet, une entrevue a été réalisée afin de dresser le bilan des pratiques d'enseignement réalisées par Julie. Elle a fait état dans son bilan de diverses **connaissances T**. À travers ses propos, certaines connaissances des outils technologiques utilisés ont émergé. Elle a conclu que l'utilisation des iPad a été bénéfique parce qu'ils ont été faciles à manipuler et qu'ils ont permis de travailler plus efficacement avec des applications comme Google Documents. Il est clair pour elle que les iPad font davantage partie de la génération de ses élèves que les ordinateurs portables. Elle est demeurée toutefois ouverte à l'utilisation des Chromebook, un hybride entre les iPad et les ordinateurs portables, qui comprend un clavier. Ce clavier semble, pour Julie, un atout qui pourrait s'avérer intéressant, notamment pour améliorer la fluidité de l'écriture.

Julie fait état dans son bilan de diverses **connaissances TP**. Elle reconnaît que l'utilisation d'un outil numérique (iPad) a eu un impact sur sa gestion de classe, surtout lorsqu'il a été question d'utiliser Google Documents. Durant la première séquence d'enseignement, elle précise que les élèves étaient bien « énervés » d'avoir en leur possession les iPad. Elle a dû faire quelques interventions, notamment par rapport au rôle que doivent jouer les élèves dans un contexte où le iPad est un outil permettant à la fois de chercher de l'information et de consigner cette information. Pour pallier cette situation, Julie a expliqué qu'une mise en situation qui explicite le rôle de chaque membre de l'équipe a été nécessaire pour assurer le bon fonctionnement du travail. Devant cette expérience, Julie a conclu que la première période d'enseignement a été difficile parce que les élèves étaient laissés à eux-mêmes avec le iPad, contrairement à la deuxième période où le travail était plus dirigé et soutenu par un document papier. L'extrait suivant témoigne d'une intervention réalisée par Julie lors de l'utilisation des iPad en classe.

J'ai l'impression qu'ils associent beaucoup iPad et jeu ludique. Donc là, lorsqu'on sort ça j'ai l'impression qu'ils pensent faire ce qu'ils veulent et finalement c'est plus pour travailler. Il a fallu que je fasse comme en 1^{re} année et que je leur dise de déposer, de rien toucher et d'écouter. (Julie-POL018)

Julie sait que l'utilisation d'outils numériques peut s'avérer très motivante chez les élèves. Toutefois, elle a expliqué que malgré cet élément motivationnel, il demeure qu'un suivi rigoureux auprès de certains élèves a été nécessaire tout au long des activités. Elle a souhaité que tous ses élèves puissent développer des méthodes de travail en équipe qui intègrent l'utilisation du iPad.

Julie a témoigné de connaissances se rapportant aux outils numériques qui favorisent les apprentissages des élèves. Bien que le iPad a été l'outil numérique utilisé lors de la première séquence d'enseignement, Julie a mentionné qu'il aurait été préférable de recourir aux ChromeBook à raison d'un par élève. À mi-chemin entre le iPad et l'ordinateur portable, le ChromeBook muni d'un clavier aurait permis, selon elle, d'aider les élèves ayant plus de difficulté à structurer leur recherche et à consigner leurs données. Elle a même expliqué que cet outil pourrait mieux soutenir les élèves présentant des difficultés à s'organiser. Elle a précisé que malgré qu'il y ait des ordinateurs portables dans l'école, plusieurs d'entre eux comprennent des logiciels qui ne fonctionnent pas ou fonctionnent mal, ce qui n'aiderait pas à soutenir les apprentissages des élèves. L'extrait suivant illustre la pensée de Julie au regard des Chromebook.

Moi j'aurais des Chromebook. Un par élève. Si le Chromebook n'existait pas, j'irais avec le iPad. Ils ne feraient pas nécessairement tout là-dessus parce qu'il y aurait aussi certaines choses version papier parce que je trouve ça important. Mais on utiliserait beaucoup cette machine-là. Ça serait plus simple au niveau des élèves en difficulté. Sur leurs portables, ils ont des logiciels qui fonctionnent à moitié. Cela répondrait davantage à ça. (Julie-POL185)

De l'entrevue postactive, aucune **connaissance TC** n'a émergé des propos de Julie. Ceux-ci étaient fréquemment teintés de la composante technopédagogique (TP) du modèle TPaCK.

Julie a fait état dans son bilan de diverses **connaissances TPC**. Elle s'est placée dans une posture d'observation, notamment lorsqu'elle a exploité l'application en ligne Padlet pour permettre à ses élèves de présenter au TNI ce qu'ils ont consigné comme information en lien avec les quatre saisons. Elle a expliqué que cette façon de procéder a été efficace et rapide, en plus de permettre à chaque équipe de communiquer, via l'outil en ligne, leurs hypothèses ainsi que les résultats de leur recherche. L'extrait suivant est un résumé d'une portion de l'action expliquée par Julie.

Au niveau des saisons, ils ont pris leur tablette, puis [...] je leur ai laissé aller un petit peu là-dessus. Je leur ai demandé de rester à leur place. J'ai ouvert moi-même le Padlet et je leur ai demandé de me présenter ce qu'ils avaient fait. Ce fut assez rapide par rapport au Padlet. J'étais dans une posture d'observation. (Julie-POL134)

De plus, Julie a dressé le bilan de ses activités en précisant que l'utilisation de la tablette électronique dans un contexte où on vise la recherche d'information sur un sujet précis (quatre saisons) peut s'avérer fastidieuse tant pour les élèves que pour l'enseignante. Devant une situation nécessitant une certaine autonomie de la part des élèves, Julie a expliqué qu'ils semblaient vivre de la difficulté à cerner l'objet de recherche et ainsi à écrire leurs hypothèses dans Google Documents. Sans nécessairement restreindre l'utilisation du iPad lors de prochaines activités, elle croit qu'une combinaison outil numérique/document papier pourrait mieux soutenir la progression des élèves dans leur quête d'informations. Cet extrait en témoigne.

Ce qui a été le plus difficile, c'est d'utiliser la tablette parce que là, on rentrait dans le « je vous laisse aller ». Il fallait qu'ils créent leurs hypothèses, qu'ils travaillent en équipe, ils avaient à reprendre

l'information, faire un Padlet. C'était plus fastidieux pour se rendre, alors que dans Tomatosphère c'était plus dirigé. (Julie-POL086)

Julie a fait état dans son bilan de diverses **connaissances PC**. Elle a fait des liens entre ses intentions pédagogiques et des stratégies didactiques en S&T qu'elle a employées. Son intention pédagogique concernait notamment l'évaluation de la démarche scientifique utilisée dans le cadre de l'activité Tomatosphère. Dans un premier temps, elle a consigné le document dans lequel les élèves ont élaboré leurs hypothèses, les diverses étapes de réalisation ainsi que la conclusion. Dans un deuxième temps, elle a recueilli un autre document dans lequel les élèves avaient à consigner leurs observations liées à la croissance de leur plant. Julie pense que davantage de liens auraient pu être établis avec la première partie de l'activité, c'est-à-dire celle en lien avec les quatre saisons. Elle a ajouté que le fil conducteur entre les deux activités principales du module peut avoir créé certaines confusions chez les élèves. Toutefois, puisque ces activités se sont retrouvées dans un module global, Julie a conclu que ses élèves ont bien compris ce lien.

Elle considère que l'enseignement des S&T nécessite de laisser les élèves manipuler des objets et du matériel. C'est ce qui, selon elle, les amène à être motivés à apprendre de nouvelles notions et à développer des compétences comme la résolution de problèmes à partir de la démarche scientifique. Cet extrait révèle la perception de Julie à l'égard de l'enseignement des S&T.

J'ai l'impression qu'on encadre tellement, qu'après on est angoissé de les laisser aller. En sciences, c'est ce qu'il faut faire, dans le sens que c'est comme ça que l'élève apprend. C'est rechercher et trouver ses propres questions, ses propres hypothèses. J'ai remarqué peu de manipulation en sciences et on ne les laisse pas suffisamment manipuler comme ils veulent. J'ai l'impression que c'est cela que ça prend. (Julie-POL107)

Julie a fait état dans son bilan de diverses **connaissances P**. Elle a témoigné de connaissances du développement de l'enfant par rapport à ses apprentissages en expliquant qu'elle se devait dans son enseignement de laisser les élèves progresser dans leur travail de façon la plus autonome possible; son objectif étant qu'ils puissent développer une certaine autonomie et de bonnes méthodes de travail en équipe. Malgré qu'elle ait ressenti un manque de temps par rapport aux tâches à réaliser, Julie a insisté sur la nécessité de miser sur cette liberté chez ses élèves, comme le précise cet extrait : *« Nous étions limités dans le temps et j'avais l'impression que si je les laissais aller, nous manquerions de temps. Mais tu sais, c'est ça qu'il faut faire, il faut les laisser aller. »* (Julie-097)

Julie a aussi remarqué une différence entre les garçons et les filles quant à leur cheminement dans le module. Les filles semblaient davantage structurées face à la tâche à réaliser, tandis que les garçons apparaissaient parfois désorganisés, ce qui a nécessité des interventions plus fréquentes de la part de Julie, comme le présente l'extrait suivant : *« Si je compare quand les filles avaient le document, elles savaient plus où s'en aller, tandis que pour les gars ça semblait plus ludique. Il y avait peut-être une différence entre les deux. »* (Julie-POL075)

De plus, Julie a décrit le comportement de son groupe-classe pendant les activités réalisées lors du module. Bien que la plupart des élèves aient été motivés par le projet, elle a expliqué qu'il a été difficile pour certains d'entre eux de le demeurer tout au long de celui-ci. En effet, malgré que plusieurs élèves étaient autonomes et motivés par le projet, d'autres étaient moins motivés à poursuivre l'activité. Pour Julie, il est plus facile de soutirer le meilleur de ses élèves lorsque ceux-ci sont motivés, ce qui n'a pas toujours été le cas pour certains. Julie n'a pas attribué cela à la thématique ou aux ressources utilisées dans le module, mais bien à la personnalité de certains de ses élèves. Elle a conclu qu'il ne s'agissait pas d'un problème comportemental, mais davantage d'un problème de motivation intrinsèque chez quelques élèves.

Julie a fait état dans son bilan de diverses **connaissances C**. Elle a effectué un retour sur la façon dont elle a eu recours aux démarches employées dans son enseignement des S&T. D'après son expérience, elle a souligné que l'enseignement des S&T au primaire était trop souvent encadré. Elle indique aussi que les S&T se prêtent bien à la manipulation lors d'expériences. Les contenus abordés par Julie en classe l'ont été en fonction de la démarche scientifique, et ce, tant dans la portion abordant les saisons que la portion abordant le projet Tomatosphère. Globalement, Julie a indiqué qu'elle a réalisé toutes les activités prévues dans le module en ayant recours aux démarches prévues initialement dans sa planification malgré un horaire de travail limité.

4.1.6 Synthèse des résultats pour Julie

Œuvrant en 5^e année auprès de 22 élèves, Julie enseigne depuis plus de six ans et est motivée à exploiter les outils numériques dans sa pratique. Elle le fait d'ailleurs depuis quelques années. Elle perçoit son sentiment de compétence comme étant « moyen » au regard de l'exploitation des outils numériques. Du côté de l'enseignement des S&T, son sentiment de compétence est le même. Dès la phase préactive, Julie mobilise plusieurs connaissances TPC et TP. Elle donne plusieurs exemples de potentialités pédagogiques associées à ces outils. Aussi, elle ajoute des liens avec les savoirs essentiels à enseigner. Lors de la phase active de l'enseignement, une recrudescence de la mobilisation des connaissances PC et P est observée. Quelques éléments en lien avec les connaissances P ont émergé lors de cette phase active. À la phase postactive, il est retenu que peu de lien sont réalisés entre les outils numériques et les savoirs essentiels du PFEQ. Bien que des modalités évaluatives aient été prévues en amont de la séquence d'enseignement, il semble que le bilan de son enseignement n'ait pas permis de souligner l'apport des outils numériques dans l'évaluation de la démarche scientifique et des compétences disciplinaires en S&T qui en découlent. En phase postactive, Julie

a manifesté quelques connaissances TP en exprimant la nécessité d'actualiser les outils numériques disponibles dans son école pour mieux soutenir les apprentissages. Elle témoigne en effet de quelques insatisfactions qui auraient pu influencer ses pratiques d'enseignement et les apprentissages des élèves, comme la gestion de classe dans un contexte d'exploitation d'outils numériques.

4.2 Line

4.2.1 Profil de l'enseignante et éléments contextuels

Line est une enseignante de la sixième année (25 élèves) dans une école primaire d'un peu plus de 150 élèves de la Commission scolaire du Chemin-du-Roy en Mauricie. Âgée dans la quarantaine, elle possède plus de 20 ans d'expérience en enseignement et elle exploite les outils numériques depuis plus de cinq ans, et ce, tant dans son travail personnel qu'auprès de ses élèves. Elle enseigne dans une école à vocation particulière dans laquelle les parents sont régulièrement invités à collaborer aux divers projets pédagogiques. Le projet éducatif prévoit une approche par projet dans laquelle les élèves sont appelés à développer une grande autonomie. À son école, elle a accès à des ordinateurs de bureau, à des ordinateurs portables (chariot), à un TNI dans la classe, à des iPad (chariot), à un numériseur, à un appareil photo numérique, à une caméra vidéo numérique et à Internet sans fil. Elle peut aussi emprunter auprès de son centre de services scolaire des ensembles de robotique, qui s'avèrent toutefois limités et parfois incomplets.

L'enseignante juge qu'elle possède de très bonnes compétences dans l'exploitation des outils numériques en classe et de bonnes compétences dans l'enseignement des S&T. Elle y accorde une très grande importance en classe. Line utilise principalement les

outils numériques en S&T pour planifier et préparer son enseignement, consulter des sites Internet proposant des activités et des scénarios pédagogiques, trouver de l'information sur une thématique, évaluer ses élèves et gérer sa classe. En moyenne, ses élèves utilisent les outils numériques en S&T entre une et quatre heures par semaine. Line recourt régulièrement à diverses approches pédagogiques, notamment l'enseignement en grand groupe, l'enseignement par atelier, l'approche par projet, l'enseignement coopératif, la résolution de problèmes et la démarche expérimentale.

4.2.2 Résumé de la séquence d'enseignement étudiée

Dans le cadre de cette séquence d'enseignement, Line traite de la robotique en S&T. Plus spécifiquement, elle souhaite initier les élèves à la construction d'un robot ainsi qu'à sa programmation à l'aide de l'application Mindstorm et des iPad. Le projet est scindé en trois grandes étapes : la recherche d'information par rapport à la robotique (7 septembre 2018 – environ une heure), la construction/programmation des robots (7, 17 et 25 septembre 2018 – environ quatre heures) et la réalisation du trajet final (25 septembre 2018 – environ une heure).

Dans un premier temps, Line propose une recherche d'information qui porte spécifiquement sur la robotique ainsi que sur la programmation. Les élèves sont invités à consulter divers sites Internet et des vidéos afin de se documenter sur le sujet. L'enseignante a planifié un document partagé sur Google Classroom dans lequel les élèves peuvent consigner leurs résultats de recherche. Dans un deuxième temps, les élèves sont invités à construire leur robot en équipe et de programmer des mouvements à l'aide de l'application Mindstorm. Afin d'initier les élèves à l'utilisation de l'application, Line propose une série de défis ($n = 15$) permettant de s'appropriier les diverses options de programmation. Dans un troisième temps, Line présente aux élèves un trajet dessiné par terre que devra parcourir chaque robot, et ce, sans toucher aux

contours et sans sortir du trajet. Les élèves doivent ainsi s'assurer de programmer adéquatement les robots de façon à respecter les consignes émises par l'enseignante. Le projet se termine par cette « compétition amicale » non évaluée à laquelle tous les élèves doivent participer.

4.2.3 Phase préactive

La figure 4.4 de la page suivante illustre le portrait des connaissances mobilisées par Line lors de la phase préactive ainsi que le contexte d'enseignement. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l'aide d'exemples et de verbatims.

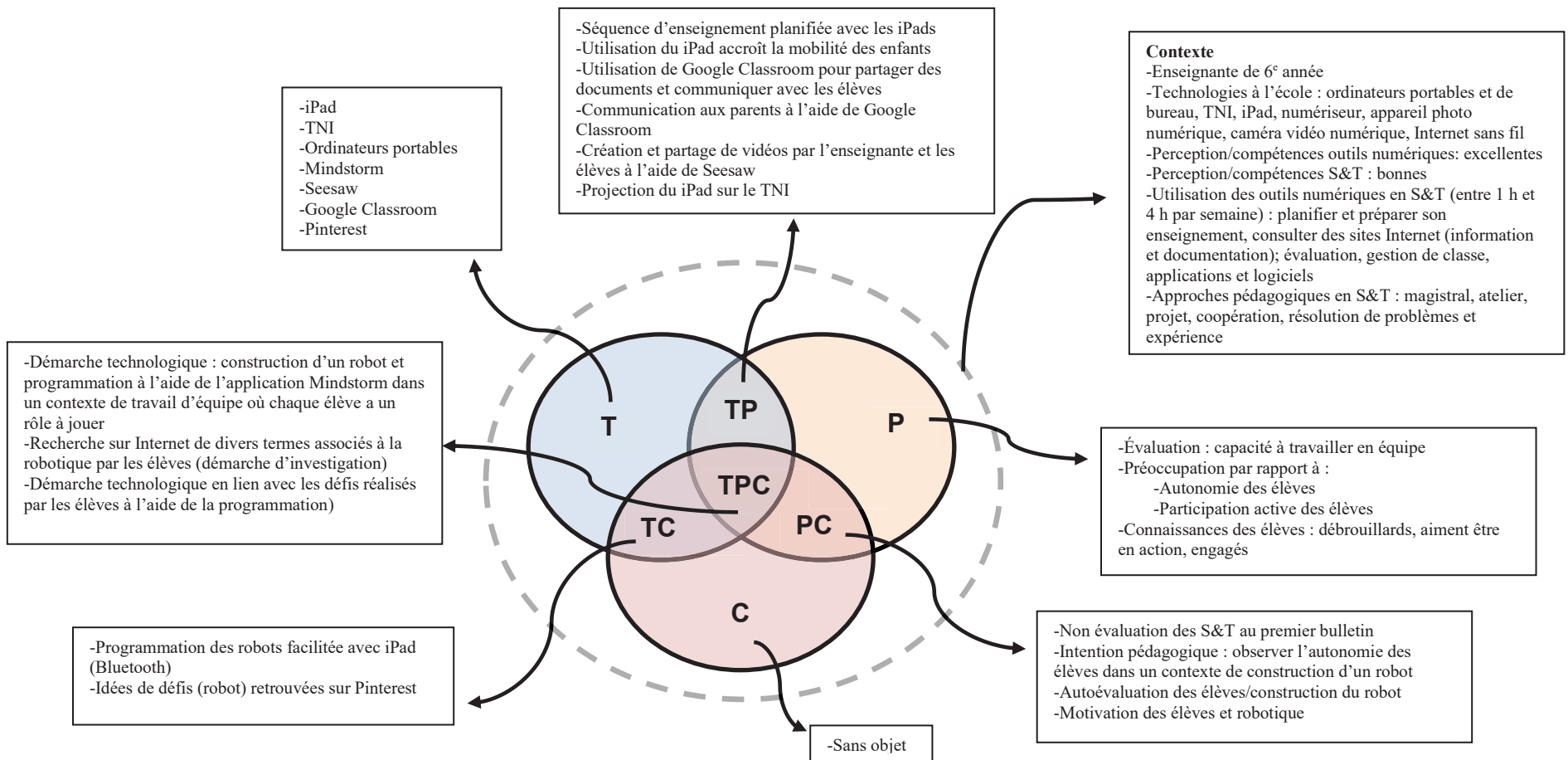


Figure 4.4 : Portrait des connaissances mobilisées par Line à la phase préactive

L'entrevue initiale a permis à Line de faire état de sa planification et de ses intentions pédagogiques quant aux périodes d'enseignement et d'apprentissage dans lesquelles ses élèves et elle allaient être en action. À travers ses propos, les **connaissances T** de Line permettent déjà d'identifier les outils numériques qui seront utilisés tout au long de son enseignement. De façon générale, elle précise vouloir utiliser les iPad, le TNI, les ordinateurs portables, les applications Pinterest, Mindstorm et Seesaw, ainsi que la plateforme de communication et de collaboration en ligne Classroom de Google.

Line témoigne aussi de plusieurs **connaissances TP** qui interrelient les stratégies pédagogiques et les outils numériques qu'elle souhaite utiliser. Avant même de planifier sa séquence d'enseignement, elle s'assure que les tablettes électroniques sont fonctionnelles et disponibles pour les intégrer dans sa planification. Elle considère que l'utilisation de la tablette permet aux enfants d'accroître leur mobilité dans l'école et d'aller plus loin dans leurs apprentissages, notamment en consultant de l'information trouvée sur Internet.

Bien qu'elle perçoive ses élèves comme étant très habiles à utiliser les technologies, elle les guidera à travers leurs recherches en déposant dans Google Classroom un document accompagnateur accessible en tout temps. Ce document spécifiera chaque étape de la recherche. Dans la classe, tant les élèves que Line se serviront de la plateforme en ligne Classroom pour communiquer et accéder à des documents. L'extrait suivant témoigne du type d'utilisation fait par Line : « *Depuis l'année passée, je prends mes documents PDF et j'envoie ça dans Classroom. On n'a plus besoin d'enregistrer ou d'imprimer. Tout est fait directement.* » (Line-PRL208)

De plus, afin de communiquer aux parents le travail réalisé en classe, Line planifie l'utilisation de l'application Seesaw qui permettra de créer des vidéos et d'en partager le contenu. Elle mentionne que cette technologie ouvre des horizons et permet à l'enfant d'aller plus loin, par exemple, en constatant le progrès d'autres équipes. En

raison de son interface ludique et intuitive, elle considère cette application comme étant accessible pour les enfants qui pourront, espère-t-elle, développer leur autonomie à travers son utilisation. Les propos suivants de Line résument la façon dont elle souhaite intégrer l'outil dans son enseignement.

Les enfants vont créer des choses qu'ils vont mettre sur Seesaw. Tu peux ainsi sortir un code QR et les gens peuvent avoir accès à la création. À la maison, je pourrai envoyer l'image du code QR et permettre aux parents d'accéder au travail. C'est le plus simple aussi à comprendre pour un enfant. Il peut lui-même très facilement mettre ses choses dedans. C'est fait de façon ludique et il y a plein d'endroits où il peut prendre lui-même les options. Tu peux enregistrer une vidéo, ajouter des commentaires, ajouter de la voix. L'enfant est très autonome à travers cette application. (Line-PRL194)

Line compte aussi arrimer les iPad avec le TNI en recourant à l'utilitaire AirServer. Comme elle l'explique, cet outil lui permettra de projeter à partir de son iPad des éléments de son choix à divers moments qui poussent les élèves à donner leurs idées.

Des **connaissances TC** ont émergé durant l'entrevue préactive. Line explique avoir fait le choix de l'utilisation du iPad pour la programmation du robot puisque la communication Bluetooth n'implique pas de filage et s'avère peu compliquée. Par ailleurs, pour proposer des défis à la suite de la construction des robots, Line indique s'être fortement inspirée d'éléments retrouvés sur l'application Pinterest. Elle prend les idées de cette application pour concevoir le trajet final par lequel les robots devront passer.

Lors de l'entrevue, Line a aussi arrimé les contenus disciplinaires aux stratégies pédagogiques ainsi qu'aux outils numériques. Cela a fait émerger des **connaissances TPC**. Dans sa planification, Line prévoit, dans le cadre d'une démarche technologique, que ses élèves construisent un robot (EV3 de Lego Mindstorm), tout en programmant ses mouvements à l'aide d'une application sur le iPad dans un contexte de travail

d'équipe. Avant d'amorcer le projet de construction et de programmation, Line invitera les élèves à définir les termes « robot » et « programmation » en cherchant sur Internet et dans des livres ce qui les caractérise. Conjugués aux iPad, les ordinateurs portables seront aussi utilisés pour exécuter cette recherche d'information par les élèves. Line a spécifié qu'elle travaillera avec eux la démarche de recherche dans laquelle ils devront émettre des hypothèses et trouver des solutions. Selon l'enseignante, cette démarche d'investigation s'avèrera facilitée dans un contexte d'exploitation d'un outil numérique, comme en témoigne cet extrait.

Je te disais que je travaillais beaucoup la démarche, émettre des hypothèses, trouver les solutions. Je pense qu'en ouvrant avec les technologies, je pense que ça peut permettre à l'enfant d'aller plus loin dans sa pensée et à ce niveau ça peut les aider. (Line-PRL165)

L'utilisation du TNI sera mise de l'avant par Line qui prévoit faire un retour en groupe sur cette recherche d'information, comme le dévoile cet extrait.

Quand on va faire le retour en groupe sur qu'est-ce qu'un robot et que je vais projeter sur l'écran à quoi ressemblent les Lego Mindstorm et de quelle façon doit se faire la programmation avec les tuiles, je vais utiliser le TNI. (Line-PRL129)

L'activité de construction et de programmation du robot est présentée sous forme de défis, où l'idée est de trouver diverses solutions à divers problèmes (p. ex., mettre un obstacle devant le robot). Elle place les enfants dans un contexte où ils devront faire avancer un robot avec une procédure établie et devront chercher des solutions et des hypothèses. Pour elle, cela touche la démarche technologique ainsi que la programmation dans la robotique. Elle résume cette partie d'activité comme suit : « On essaie de placer des tuiles [blocs de programmation] et on donne la programmation à notre robot. On voit ce qu'il fait, puis là c'est vraiment en tâtonnement expérimental qu'on va développer. » (Line-PRL040)

Line pressent que la construction du robot ainsi que sa programmation amèneront un lot de défis pour les équipes. Elle envisage donc de prendre le temps de s'arrêter en classe pour projeter sur le TNI la façon de faire de certaines équipes qui illustrera la solution à certaines problématiques. Selon elle et malgré ces difficultés, les élèves demeureront très motivés à l'idée de programmer un robot qui exécutera des actions selon des modalités spécifiques.

À d'autres moments lors de l'entrevue, Line fait référence à des propos qui s'inscrivent dans des **connaissances PC**. C'était le cas lorsqu'elle traite de l'évaluation du travail des élèves dans le cadre du projet. Étant en début d'année scolaire, Line mentionne que les S&T ne seront pas évaluées au premier bulletin. Ce projet lui permettra plutôt de les observer dans un contexte où ils doivent mettre à profit la procédure de construction d'un robot. Elle souhaite aussi observer leur autonomie en demandant aux élèves de s'autoévaluer individuellement sur leur propre contribution au sein de l'équipe. Elle l'explique comme suit : « *il y aura des autoévaluations à faire soi-même et ce sera individuel. Ce sera une autoévaluation sur son travail d'équipe* » (Line-PRL100).

Par ailleurs, Line fait des liens entre la motivation des élèves ainsi que la nature du projet. La robotique semble en effet être un sujet très apprécié par les élèves, comme en témoigne cet extrait : « *Quand ils ont vu les boîtes Lego arriver hier, ils étaient sous le charme, et même les plus timides qui ne veulent pas travailler en équipe. Les Lego c'est vraiment en lien avec leurs intérêts.* » (Line-PRL106)

Malgré le fait qu'elle ne se dise pas à l'aise avec le sujet de la robotique, elle est consciente que cela passionne ses élèves. Cette thématique l'anime aussi du fait qu'il s'agit d'un défi important dans lequel elle entrevoit un contexte d'enseignement empreint de doutes, d'essais et d'erreurs.

Aussi, elle expose plus spécifiquement certaines **connaissances P** en lien avec l'évaluation, les stratégies pédagogiques qu'elle souhaite mobiliser et le portrait de ses élèves au regard de leur intérêt en général. Par rapport à l'évaluation, elle indique vouloir évaluer comment ils réussissent à collaborer en équipe : *« C'est vraiment de l'observation. Je me promène dans les équipes et j'évalue beaucoup la coopération entre les enfants. C'est pour cela que je le fais en début d'année, pour recréer des liens qu'on avait l'année passée en équipe. »* (Line-PRL092)

Son choix de stratégies pédagogiques repose principalement sur le développement de l'autonomie des élèves et sur leur participation active dans chacune des étapes du projet. Il importe pour Line que sa planification laisse place aux idées des élèves afin de donner du sens au projet. Elle met l'accent sur le fait que ses 25 élèves sont très débrouillards, autonomes, et qu'ils ont le goût d'être en action, notamment en proposant leurs idées. Cela fait partie de leur portrait qu'elle définit comme très engagé et interpellé par l'activité proposée.

En ce qui a trait aux **connaissances C**, Line n'a pas abordé ces dernières de façon cloisonnée. En effet, chacun de ses propos en lien avec le contenu à enseigner traduit l'importance qu'elle accorde aux connaissances pédagogiques ou technologiques, et elle s'arrime avec ces dernières.

4.2.4 Phase active

La figure 4.5 de la page suivante illustre le portrait des connaissances mobilisées par Line lors de la phase postactive. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l'aide d'exemples.

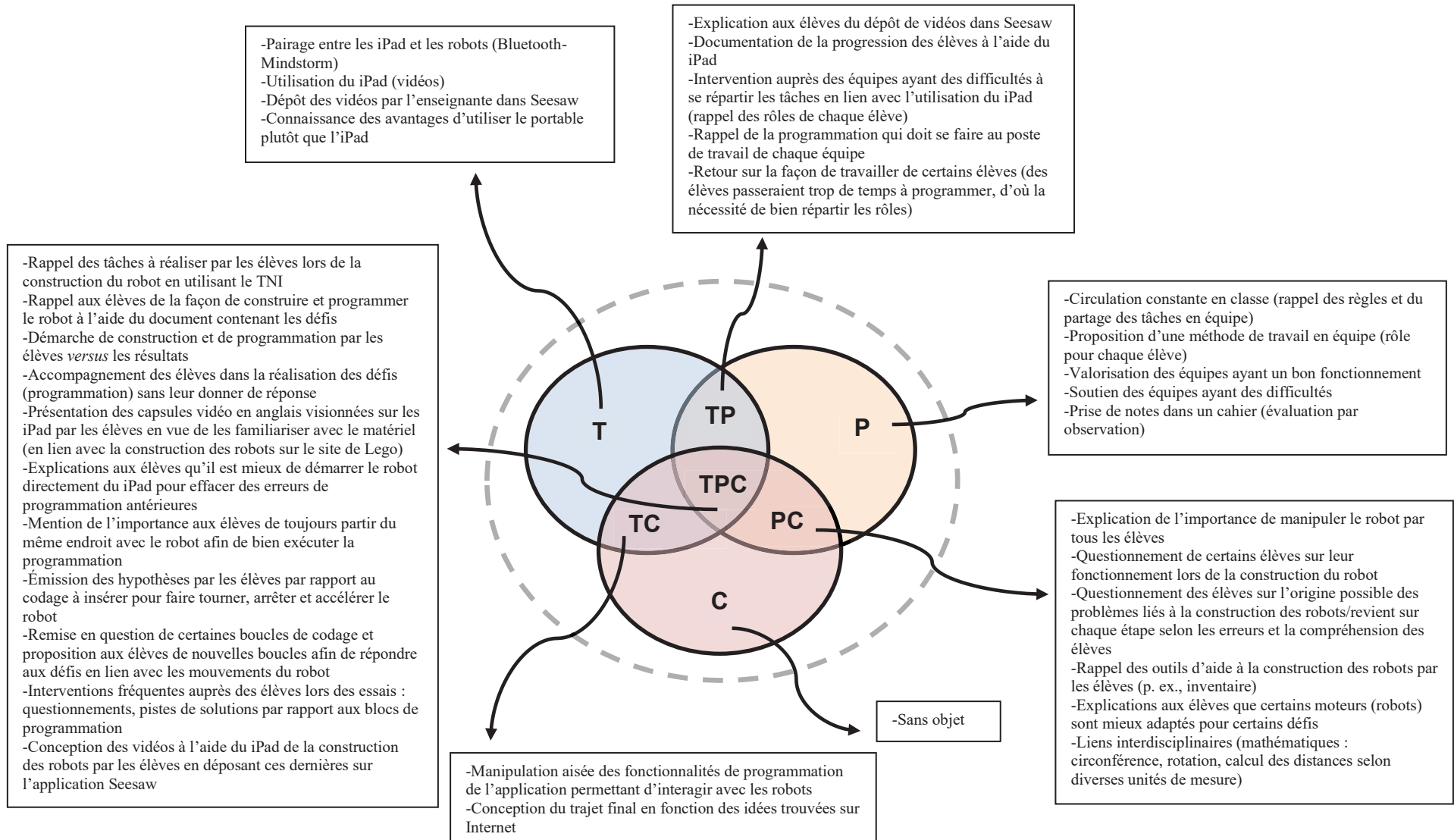


Figure 4.5 : Portrait des connaissances mobilisées par Line à la phase active

Durant la phase active, diverses connaissances issues des pratiques d'enseignement de Line ont été observées, comme le résume la figure 4.5. Tout au long des séquences d'enseignement, Line a mobilisé des **connaissances T**. En classe, elle a effectué le pairage (Bluetooth) entre les iPad ainsi que les robots. Cette étape est nécessaire afin de programmer les robots à partir de l'application Mindstorm. Line a démontré en classe une aisance à manipuler le iPad et à ajuster certains paramètres techniques menant à son bon fonctionnement. En complément, elle a mentionné en classe son désir de travailler avec les iPad, notamment parce qu'ils sont polyvalents (vidéos - Seesaw, programmation) et mobiles (travailler à divers endroits dans l'école) plutôt qu'avec des ordinateurs portables.

En lien avec l'application Mindstorm, Line a aussi mobilisé des **connaissances TC**. Cette aisance à manipuler les paramètres de la tablette lui a permis de programmer et d'interagir avec le robot en vue d'assurer le bon fonctionnement de celui-ci. Lors de cette opération, elle a tenu tout de même à préciser que l'utilisation des iPad pouvait s'avérer parfois complexe du point de vue de l'intégration de capteurs pour le robot. Comme elle l'explique, ces capteurs donnaient comme possibilité de bonifier les actions du robot, notamment celles reliées à la reconnaissance d'obstacles sur un parcours. Par ailleurs, afin de concevoir le trajet final, Line a pris le temps de consulter des sites Internet l'inspirant à sélectionner les meilleures idées de conception pour le trajet final parcouru par les robots. À ce sujet, elle mentionne que le recours à des ressources en ligne lui permet de trouver de nouvelles idées pour enseigner les S&T.

Lors des périodes d'observation, des **connaissances TP** ont émergé chez Line. Elle a filmé et photographié à l'aide de l'application Appareil photo du iPad la progression des élèves et souhaitait déposer les vidéos dans l'application Seesaw. Cela permettait aux parents de constater le travail réalisé par leurs enfants. Tout au long de l'activité, Line est intervenue auprès des élèves ayant des difficultés à se répartir les tâches en lien avec l'utilisation du iPad. Elle a rappelé le rôle que doit assumer chaque élève avec

la tablette et la nécessité de rester à son poste de travail pour effectuer la programmation sur les iPad. Au cours de la période de programmation, Line a remarqué que certains élèves passaient plus de temps avec les iPad, contrairement à d'autres. Cette observation en classe l'a amenée à intervenir auprès de certains élèves pour rappeler l'importance de partager équitablement les rôles.

Il se dégage des périodes d'observation **plusieurs connaissances TPC**. Constamment, Line a rappelé aux élèves les tâches à réaliser lors de la construction du robot, et ce, en utilisant le TNI. Elle a présenté au tableau les consignes qui demeuraient toujours accessibles aux élèves. Elle les a aidés dans la construction et dans la programmation du robot, tout en leur demandant de suivre attentivement les consignes du document de travail dans lequel se trouvaient les défis. Elle désirait qu'ils puissent développer une autonomie et des méthodes de travail leur permettant de répondre aux divers défis. Pour cette enseignante, l'accent devait être mis sur la démarche de construction et de programmation plutôt que sur les résultats eux-mêmes. De ce fait, elle a accompagné les élèves dans la réalisation des défis sans leur donner la réponse.

En vue de les soutenir davantage, Line leur a présenté des capsules vidéo visionnées sur les iPad qui traitent du matériel lié à la construction des robots. Sur le plan plus technique, elle a donné quelques consignes générales aux élèves afin d'assurer le bon fonctionnement des robots. Par exemple, elle leur a demandé de démarrer le robot directement du iPad afin d'effacer de possibles erreurs antérieures de programmation. Qui plus est, elle a souligné l'importance aux élèves d'amorcer le trajet au même endroit afin de bien exécuter chaque programmation. À divers moments, Line est intervenue auprès des élèves en leur demandant d'émettre certaines hypothèses pour corriger la situation. Cette intervention s'est traduite par un questionnement soutenu et parfois par la proposition de pistes de solution à tester avec les robots. Elle n'hésitait pas à remettre en question certaines boucles de codage et à proposer aux élèves de nouvelles boucles permettant de restreindre les difficultés rencontrées par les élèves

lors de la programmation. Line a pris soin de documenter la progression des élèves en filmant la construction et la programmation des robots à l'aide du iPad, son objectif étant de déposer les films dans l'application Seesaw qui seraient éventuellement visionnés par les parents.

Diverses **connaissances PC** ont émergé dans la pratique de Line. En classe, elle a rappelé constamment aux élèves l'importance de manipuler et de construire les robots. Lors de la construction, elle n'hésitait pas à questionner les élèves sur le fonctionnement des robots et sur l'origine possible de certaines erreurs de conception. Pour les aider, elle a proposé de revoir l'inventaire des pièces qui permet d'identifier rapidement chaque morceau nécessaire à la construction du robot. Par le fait même, elle encourageait ses élèves à réfléchir à la possibilité d'adapter la construction des robots pour la réalisation de certains défis en sélectionnant les bons types de moteurs qui effectueront les déplacements sur le trajet. Elle a profité de ce moment pour faire des liens interdisciplinaires avec les mathématiques en ce qui concerne la circonférence, la rotation et le calcul des distances selon diverses unités de mesure.

Lors de son enseignement, Line a mobilisé des **connaissances P**. En tout temps, cette enseignante circulait en classe afin de rappeler les règles de fonctionnement et par le fait même, le partage des tâches en équipe. Elle valorisait le travail des équipes qui fonctionnaient bien. Pour les équipes qui ont eu davantage de difficulté, elle a pris le temps de revoir avec elles leurs méthodes de travail et a proposé, s'il y avait lieu, des pistes de solutions (p. ex., la répartition équitable de certaines tâches entre les membres de l'équipe) permettant de bonifier le fonctionnement. Tout au long des activités d'apprentissage, Line a observé ses élèves et a consigné des notes dans un cahier.

Lors des périodes d'observation, chacune des **connaissances C** a été mobilisée en lien avec les autres types de connaissances. Ainsi, il ne ressort pas de ces périodes des connaissances exclusivement disciplinaires.

4.2.5 Phase postactive

La figure 4.6 de la page suivante illustre le portrait des connaissances mobilisées par Line lors de la phase postactive. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l'aide d'exemples et de verbatims.

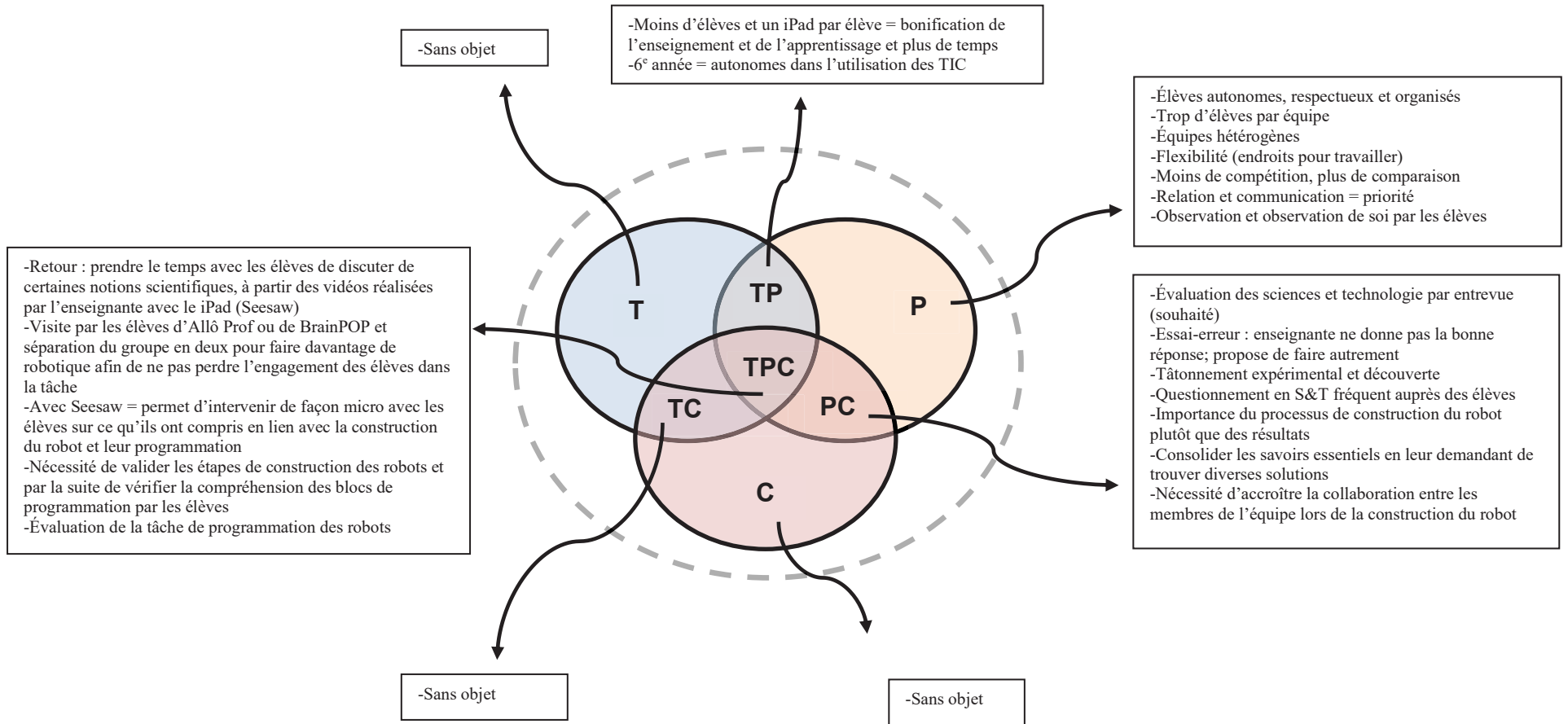


Figure 4.6 : Portrait des connaissances mobilisées par Line à la phase postactive

La phase postactive a permis à Line de faire un retour sur les périodes d'enseignement observées par le chercheur. Diverses questions lui ont été posées en vue de faire émerger des réflexions et des commentaires sur ses propres pratiques d'enseignement. Lors de l'entrevue, les **connaissances T, TC et C** n'ont pas été mobilisées individuellement. Quelques propos qui s'insèrent dans les **connaissances TP** ont émergé du discours de Line. Elle explique que les élèves de 6^e année devraient avoir chacun un iPad pour bonifier à la fois l'enseignement et l'apprentissage. Cela leur permettrait de transposer des méthodes de travail qui intègrent les outils numériques dans d'autres situations les nécessitant. Comme elle le précise dans l'extrait suivant, il appert que les élèves peuvent manipuler ces technologies afin d'assurer cet éventuel transfert d'apprentissage.

En 6^e année, ça devient exponentiel cette autonomie et cela se transpose dans plein de situations. On tâtonne beaucoup et on leur apprend que rien ne peut exploser. On leur explique que si tu ne fais pas de niaiseries et que tu fais des bons choix [tu pourrais] faire fonctionner ce que tu veux et il n'y a pas de danger et personne ne va te chicaner si tu fais une erreur.
(Line-POL080)

Parmi les **connaissances TPC** mobilisées par Line lors de cette entrevue, il est mentionné de sa part que certains éléments mériteraient d'être réalisés différemment au regard du résultat qu'elle attendait par rapport à son enseignement. Dans un contexte d'intégration d'outils numériques, elle explique qu'il s'avérerait intéressant de prendre le temps avec les élèves de discuter de certaines notions scientifiques acquises tout au long du projet en s'appuyant des vidéos réalisées avec l'application Seesaw offerte sur le iPad. Au cœur des propos de Line, il est relevé que le temps semble avoir été un facteur ayant restreint l'approfondissement individualisé des contenus en S&T abordés en classe. Comme en témoigne l'extrait suivant, un gain de temps aurait permis un plus grand investissement de la part des élèves dans l'apprentissage des notions scientifiques et technologiques mobilisées lors de l'activité.

Au niveau de Seesaw, on a manqué de temps pour faire des vidéos parce que j'aurais aimé ça prendre le temps de me promener avec mon iPad et puis poser des questions aux élèves et vraiment avoir le temps de discuter ensemble de ce qu'ils ont fait et pourquoi ils ont choisi telles notions scientifiques. Et puis leur permettre aux enfants d'être plus investis. (Line-POL031)

Lors des prochaines années scolaires, Line prévoit modifier son activité afin de mettre davantage de temps dans la construction des robots et dans la compréhension de la démarche technologique associée à un tel projet. Qui plus est, considérant sa préoccupation à intervenir auprès de chaque élève lors de l'activité de construction, elle pense que de séparer le groupe en deux (un groupe sous sa supervision et l'autre groupe sous la supervision d'un parent bénévole) lui permettrait de prendre le temps de chercher de l'information en ligne (p. ex., Alloprof ou BrainPOP) menant au soutien des élèves dans leur compréhension des notions scientifiques ciblées par l'enseignante.

Probablement qu'on planifierait 2 h de robotique de plus et on irait chercher des choses qu'on a découvertes. [...] on va sur Internet sur Alloprof ou sur BrainPOP et on part avec ça. Dans le meilleur des mondes, j'irai avec la moitié du groupe et l'autre moitié fait d'autres choses avec un parent. Je garde 12 ou 13 élèves en équipe de 2 et on pourrait avancer encore plus. Il y a des changements à faire pour m'assurer que je ne perde aucun enfant et qu'on puisse en profiter pour aller plus loin. (Line-POL141)

Line a poursuivi en ajoutant que ce type de projet nécessite des interventions régulières auprès des équipes afin d'aller chercher les élèves qui pourraient parfois être plus effacés lors des interactions entre les membres de l'équipe. L'utilisation de Seesaw lui aurait permis, selon elle, d'accroître la qualité de ses interventions. Elle aurait pris le temps de questionner chaque élève sur ce qu'il comprend de la matière, tout en étant appuyée d'un outil de captation vidéo permettant de consigner la progression des élèves. Les propos suivants viennent soutenir cette idée.

Je trouve ça important que les enfants comprennent pourquoi ils font telle chose. Quand on le fait en grand groupe, on peut pas. Donc à deux, trois, quatre élèves on peut vraiment s'assurer que l'élève ait compris. On va chercher les enfants qui sont plus effacés et qui ne prennent pas leur place en tant que leader dans l'équipe. (Line-POL047)

Quant aux processus de validation des étapes de construction des robots et de vérification de la compréhension des blocs de programmation par les élèves, Line a mentionné y être arrivée difficilement. La gestion des équipes semble avoir été un élément limitant ce processus. Line a expliqué que lors de la planification du projet, il était prévu que plusieurs parents participent et collaborent avec elle au suivi de chacune des équipes. Or, un seul parent était disponible par période lors des moments de validation et de vérification, ce qui a mené à une surcharge de gestion de classe. L'extrait suivant exprimé par Line illustre le manque de temps lié à l'accompagnement des élèves.

De ne pas être capable de valider avec l'enfant ce qui lui manque et perdre le fil parce qu'une autre équipe arrive, ça m'a mis beaucoup en réflexion de me dire au départ j'avais beaucoup de parents qui géraient le temps et j'aurais pu me promener pour faire mes vidéos et vérifier qu'ils comprennent bien pourquoi le robot tu dois mettre ce bloc-là. (Line-POL041)

À divers moments, Line a précisé avoir tout de même consigné des observations lorsqu'ils ont programmé leur robot dans un cahier en vue de l'évaluation. Ses observations lui ont permis de faire une petite évaluation en lien avec la programmation. Elle a explicité toutefois que la plus grande trace d'évaluation demeure le cahier d'équipe. L'extrait suivant présente les propos de Line au sujet de l'évaluation : « *J'ai fait beaucoup d'observations et j'ai revu les cahiers d'équipe ainsi que les cahiers d'élèves. J'ai aussi fait une petite évaluation. En les observant, j'ai noté quelques questions en lien avec la programmation. Essentiellement, c'est le cahier d'équipe.* » (Line-POL151)

Parmi les **connaissances PC**, il est relevé des propos de Line que la discipline des S&T nécessite une bonne relation ainsi qu'une bonne communication avec les élèves. Elle a expliqué que l'évaluation des S&T implique que chaque élève soit interrogé (en entrevue, par exemple) afin de vérifier ce qu'il a compris et retenu de la matière lors du cheminement entrepris dans le cadre d'un projet. Cette évaluation souhaitée de Line ne s'est toutefois pas concrétisée comme elle l'avait envisagée, notamment à cause du nombre d'élèves et de la gestion de classe, comme en témoigne l'extrait suivant.

Sur 25 élèves, il doit y en avoir 5 que je ne suis pas capable d'être certaine à 100 % de ce qu'ils ont vraiment compris, de ce qu'ils ont retenu et comment ils ont cheminé. J'ai l'impression d'avoir manqué de temps et c'est le genre de chose qui me dérange. Le côté relationnel et communicatif avec l'enfant c'est une priorité. (Line-POL062)

Lors de l'enseignement des S&T, Line a suggéré que certaines stratégies didactiques soutiennent les apprentissages des élèves. Plus spécifiquement, elle a nommé la stratégie de l'essai-erreur, où l'enseignant ne donne pas la bonne réponse, mais propose plutôt aux élèves de refaire leur démarche autrement. Elle a ajouté que le tâtonnement expérimental était nécessaire lorsqu'il a été question de construire le robot. Cette étape a conduit les élèves à effectuer plusieurs essais avant d'arriver au résultat attendu. De plus, elle a relevé la nécessité de procéder par questionnement en S&T lorsque l'élève n'arrivait pas à comprendre les notions à l'étude. Enfin, elle a expliqué qu'il était nécessaire de miser sur le processus plutôt que sur les résultats. Dans le projet de robotique, l'accent, selon elle, portait davantage sur la construction du robot plutôt que sur le résultat final. En demandant aux élèves de trouver des pistes de solution, Line avait comme intention de consolider les savoirs essentiels, comme le souligne l'extrait qui suit.

Je questionne beaucoup les enfants là-dessus et je leur demande s'ils peuvent faire autrement. [...] Si un enfant vient me voir et qu'il me dit qu'il

ne comprend pas, je lui dis « Qu'est-ce que tu comprends? ». [...] Les enfants le savent que pour moi l'important c'est le processus et de trouver des solutions et peut-être aller ailleurs de ce que tu avais prévu au départ. (Line-POL163)

La collaboration entre les pairs demeure centrale dans les préoccupations de Line. Durant la séquence d'enseignement, elle indique avoir pris soin de rappeler aux élèves l'importance de prendre le temps d'observer et d'analyser les étapes menant à la construction du robot. Elle a commenté le fait que les élèves ont eu tendance à vouloir tout faire rapidement et qu'il lui revenait de prévenir cela en intervenant promptement auprès des équipes. Les propos qui suivent résument l'intervention de Line auprès de ses élèves.

Je leur demandais de prendre le temps de regarder leur robot. Je leur demandais de prendre le temps d'analyser et de communiquer avec leurs voisins. Je leur demandais de le faire plus lentement mais sûrement. Ta propre action a une influence sur le processus des autres. L'observation c'est de prendre du recul et de vraiment faire le bon choix par la suite parce que les enfants sont impulsifs, ils veulent rapidement faire des choses. J'ai fait un peu de prévention par rapport à ça. (Line-POL196)

Certains propos de Line s'inscrivent dans les **connaissances P**. Elle a caractérisé la plupart de ses élèves comme étant autonomes, respectueux et organisés. Lors des prochaines années, elle a insisté toutefois sur l'idée qu'une diminution du nombre d'élèves par équipe pourrait s'avérer bénéfique. En effet, à certains moments, elle pressentait que quelques élèves semblaient trouver le temps long et ne savaient pas exactement quoi faire, comme l'indique l'extrait suivant.

Au niveau de l'attitude des élèves, j'ai trouvé qu'ils étaient quand même très autonomes et très bien organisés dans l'ensemble. [...] J'ai trouvé qu'il y avait peut-être trop d'élèves par équipe en général. J'ai déjà pensé à une autre stratégie pour la prochaine fois parce que je trouvais que certains au niveau de l'attitude, malgré leur autonomie, avaient l'air de trouver le temps long et ne savaient pas trop quoi faire comme tâche. (Line-POL006)

Line est particulièrement fière de la façon dont elle a conçu les équipes. Le fait d'avoir ciblé des élèves ayant davantage de facilité à coopérer et de les intégrer à travers des équipes hétérogènes a permis de maintenir le travail collaboratif et un meilleur niveau d'engagement. De plus, il s'est dégagé de cette coopération un climat de respect imposé par les élèves eux-mêmes. Line démontre une grande confiance envers ses élèves et elle leur permet de travailler à divers endroits dans l'école (corridor, bibliothèque, classe). Les propos suivants illustrent sa compréhension du fonctionnement de ses élèves lors de la séquence d'enseignement.

Je suis satisfaite des résultats. [...] J'ai tenté de créer des équipes hétérogènes, celui qui a plus de facilité avec celui qui a plus de défis. Les enfants ont énormément d'empathie. Je pense que les enfants qui avaient de bonnes compétences transversales ont été capables de ramener tout le monde. Mes élèves champions sont des élèves coopératifs et peu importe qui est dans leur équipe ils vont respecter les différences de chacun. [...] Cette année les enfants peuvent travailler un peu partout dans l'école sans que je sois inquiète. (Line-POL098)

En ce qui concerne l'évaluation plus générale, Line a précisé que la compétition n'a pas sa place dans sa classe. Elle indique avoir opté pour une approche où les élèves étaient appelés à observer leur progression, notamment au regard de l'effort qu'ils ont consacré à la tâche. Elle souhaitait les amener à prendre des décisions et à en assumer les risques tout en prenant soin de maintenir la relation et la communication avec eux, notamment s'ils faisaient des erreurs. Elle a insisté sur le fait que l'accent devait être mis sur la progression des élèves plutôt que les résultats, ce qui permettrait un meilleur transfert des connaissances dans divers contextes. Elle perçoit l'évaluation comme un rôle conjoint où les élèves sont aussi appelés à s'observer et à critiquer leur propre travail, comme le suggère cet extrait.

Je les amène à devenir plus responsables et engagés. C'est sûr que ça serait plus facile pour moi de leur dire fais telle chose, mais je ne fais pas ça. Je veux qu'ils développent leurs méthodes de travail pour par la suite

les transposer dans une autre situation. Si l'élève fait des erreurs, ce n'est pas grave, tu vas être capable de le faire. (Line-POL173)

4.2.6 Synthèse des résultats pour Line

Enseignante en deuxième année du troisième cycle auprès de 25 élèves, Line possède plus de 20 ans d'expérience en enseignement et exploite depuis plus de cinq ans les outils numériques. Elle perçoit son sentiment de compétence comme étant « très bon » au regard de l'exploitation des outils numériques. Pour ce qui est de l'enseignement des S&T, elle se perçoit comme étant « bonne ». De façon générale, Line manifeste plusieurs types de connaissances dès la phase préactive. Elle est en mesure d'explicitier les liens entre les stratégies pédagogiques qu'elles souhaitent mobiliser dans un contexte où elle enseigne des S&T à partir d'outils numériques.

Déjà, à cette phase, il est possible de constater une grande exploitation des outils numériques par les élèves. Il n'est pas étonnant d'observer ce constat dans la mesure où l'école a une vocation particulière, c'est-à-dire qu'elle favorise une approche par projet où les élèves sont pleinement engagés et autonomes dans leurs apprentissages. À la phase active, il est possible d'observer que Line mobilise toute son expérience en manifestant plusieurs connaissances TPC. L'exploitation des outils numériques dans sa classe appuie à la fois son enseignement et les apprentissages de façon continue. Elle questionne souvent les élèves et intervient fréquemment sur les plans pédagogique, disciplinaire et technologique. La phase postactive est marquée par l'absence de manifestation des connaissances TC et C. En effet, peu de liens ont été faits avec les compétences disciplinaires en S&T prescrites dans le PFEQ. Qui plus est, l'arrimage des compétences et des savoirs essentiels en S&T avec l'apport des outils numériques n'a pas été clairement établi. Somme toute, Line apparaît satisfaite de la séquence d'enseignement et de sa planification de l'exploitation des outils numériques dans la

classe malgré qu'elle souhaiterait qu'il y ait moins d'élèves et davantage d'outils numériques. Son objectif serait d'avoir plus de temps pour intervenir d'eux.

4.3 Manon

4.3.1 Profil de l'enseignante et éléments contextuels

Manon est une enseignante de la deuxième année du deuxième cycle (25 élèves) dans une école primaire de plus de 300 élèves de la Commission scolaire du Chemin-du-Roy en Mauricie. Âgée dans la quarantaine, elle possède plus de 20 ans d'expérience en enseignement et exploite les outils numériques depuis plus de cinq ans avec les élèves. À son école, elle a accès à différents outils technologiques tels qu'un ordinateur portable, un TNI, un chariot muni de iPad, un chariot muni d'ordinateurs portables, une imprimante, un numériseur ainsi qu'un réseau Internet sans fil.

L'enseignante juge qu'elle possède de bonnes compétences dans l'exploitation des outils numériques en classe et de bonnes compétences dans l'enseignement des S&T. Elle considère qu'elle est bonne pour exploiter les outils numériques en S&T, principalement pour planifier et préparer son enseignement, consulter des sites Internet proposant des activités et des scénarios pédagogiques, trouver de l'information sur une thématique, évaluer ses élèves et utiliser des applications ainsi que des logiciels. En raison de son intérêt et celui de ses élèves à exploiter les outils numériques en S&T, Manon indique qu'ils utilisent les outils technologiques en moyenne d'une à quatre heures par semaine. Elle recourt régulièrement à diverses approches pédagogiques, notamment l'enseignement en grand groupe, l'approche par projet, l'enseignement coopératif, la résolution de problèmes, l'investigation scientifique et la démarche expérimentale.

4.3.2 Résumé de la séquence d'enseignement étudiée

Dans le cadre de cette séquence d'enseignement, Manon a abordé avec ses élèves les cinq sens (ouïe, odorat, goût, toucher, vue). Cette séquence s'est échelonnée sur six cours d'environ une heure chacun. La répartition s'est effectuée comme suit : un cours pour chaque sens ainsi qu'un dernier cours pour réaliser diverses expérimentations sollicitant l'ensemble des sens. Pour des raisons de faisabilité, notamment en lien avec les disponibilités de l'enseignante et du chercheur, ce dernier a assisté à trois des cours d'environ 60 minutes chacun (ouïe – 29 octobre 2018; toucher – 2 novembre 2018; expérimentations – 5 novembre 2018).

Pour ce qui est des cours portant spécifiquement sur chacun des sens, Manon a toujours suivi la même démarche pédagogique. Elle a fait un retour sur le cours précédent et distribué aux élèves une feuille dédiée au sens qui serait abordé durant le cours. Ce document était composé de trois sections : hypothèse du fonctionnement du sens, texte troué en lien avec le fonctionnement du sens, et tableau de consignation des résultats lié aux expérimentations du sixième cours. Dans le cadre des cours portant sur les sens, seules les sections sur l'hypothèse ainsi que sur le fonctionnement ont été complétées. L'enseignante demandait dans un premier temps aux élèves d'émettre une hypothèse en ce qui a trait au fonctionnement du sens étudié. Dans un deuxième temps, elle diffusait une vidéo qui présentait de l'information spécifique au sens étudié permettant de compléter le texte troué. Dans un troisième temps, l'enseignante faisait un retour en classe afin de s'assurer que tous les élèves consignaient les mêmes informations dans le texte troué. Pour ce qui est du cours portant sur les expérimentations en lien avec les cinq sens, l'enseignante a mis en place diverses expériences menant les élèves à solliciter chacun de leurs sens (p. ex., vue-distance d'observation de mots affichés au mur/odorat-identification de certaines odeurs). Fonctionnant par ateliers, les élèves circulaient en classe et réalisaient les expérimentations.

4.3.3 Phase préactive

La figure 4.7 de la page suivante illustre le portrait des connaissances mobilisées par Manon lors de la phase préactive ainsi que le contexte d'enseignement. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l'aide d'exemples et de verbatims.

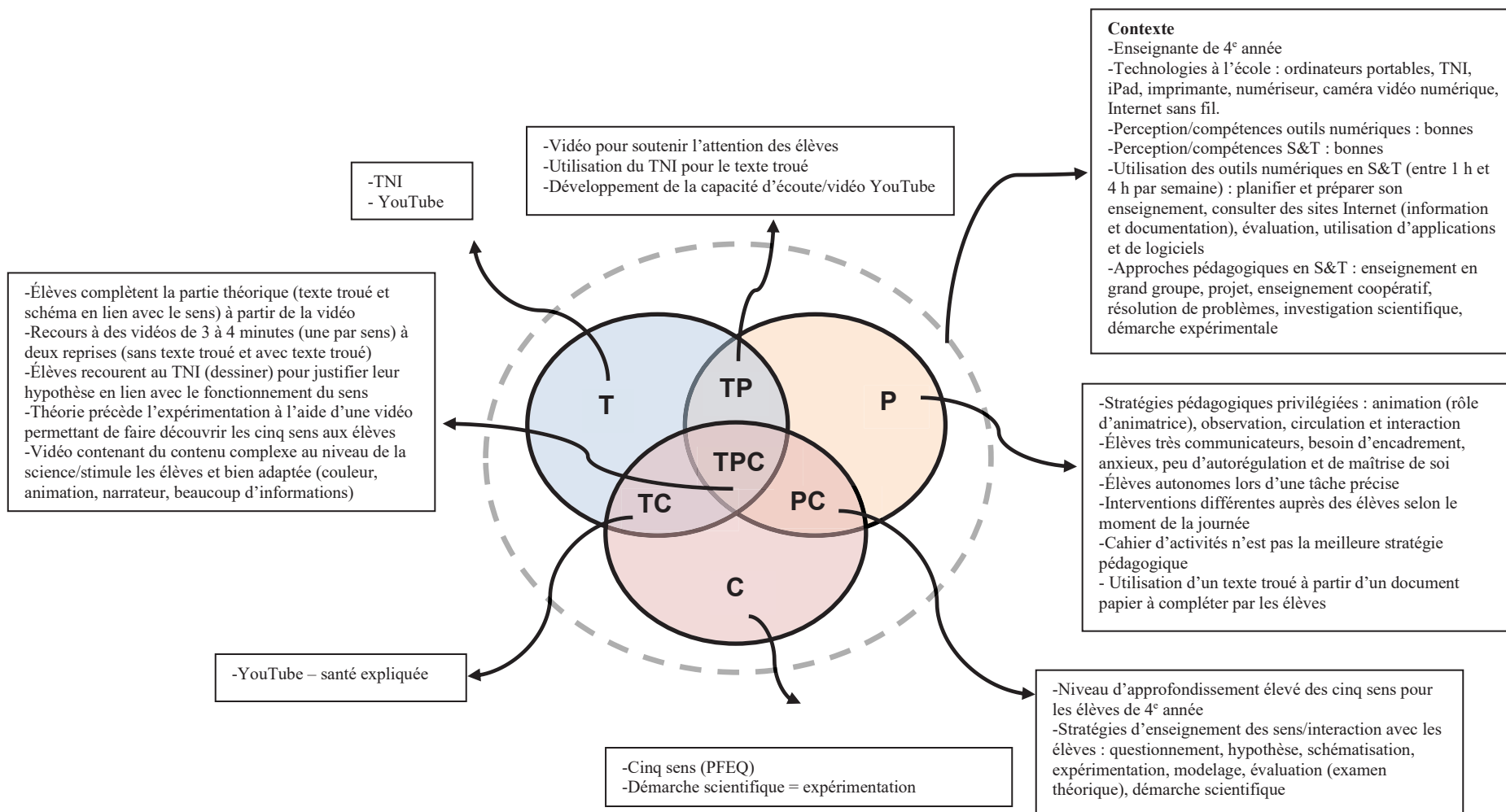


Figure 4.7 : Portrait des connaissances mobilisées par Manon à la phase préactive

Dans le cadre de l'entrevue initiale, Manon fait état de sa planification et de ses intentions pédagogiques en lien avec les périodes d'enseignement et d'apprentissage qu'elle compte animer avec ses élèves. Parmi les **connaissances T**, on retrouve celles reliées aux outils qui sont présentés par Manon. Elle explique qu'un TNI est disponible en tout temps dans sa classe et qu'elle compte l'utiliser pour présenter plusieurs vidéos retrouvées sur YouTube. Elle qualifie ces vidéos comme étant efficaces, claires, précises et bien vulgarisées. Le fait qu'elles soient bien illustrées et imagées sont aussi d'autres raisons pour lesquelles elle opte pour celles-ci.

Parmi les **connaissances TP** mobilisées, Manon témoigne du fait que la vidéo joue un rôle important dans les apprentissages des élèves. Dans ce contexte, elle explique que la vidéo vient soutenir la capacité d'écoute des élèves tout en maintenant leur attention., Manon souhaite permettre aux élèves de visionner les vidéos extraites de la plateforme YouTube tout en complétant un texte troué projeté sur le TNI. Pour elle, il s'agit de la façon la plus efficace et la plus rapide d'acquérir de nouveaux apprentissages. Comme elle le justifie, « *la vidéo est rapide et ça développe chez l'enfant la capacité d'écoute et d'analyse tout en remplissant des trucs en même temps* ». (Manon, PRL061)

À la suite d'une recherche d'outils numériques permettant d'enseigner les notions liées aux cinq sens, Manon mentionne que le recours à des vidéos YouTube présentant une à la fois chaque sens semble être le plus pertinent. Cette **connaissance TC** l'amène à mieux soutenir l'explication théorique de chacun des sens, d'autant plus que les vidéos sont facilement accessibles et disponibles sur YouTube. Ayant en sa disposition un TNI, elle pourra projeter les vidéos à l'avant de la classe.

Parmi les **connaissances TPC**, Manon prévoit un enseignement où il y aura de l'interaction entre les outils numériques, les élèves et le contenu. Sa planification fait état de divers moments où les élèves devront interagir avec le TNI pour visionner des vidéos à deux reprises (trois à quatre minutes) afin de compléter la partie théorique.

Manon projette que cette activité inclura la justification de leurs hypothèses liées au fonctionnement de chaque sens, et ce, en laissant les élèves les dessiner au TNI : « *ils viennent au TNI pour mieux expliquer leurs hypothèses en [les] dessinant* » (Manon, PRL117). L'utilisation par la suite des vidéos YouTube portant sur les cinq sens permettra de projeter le contenu à l'écran sur le TNI et de compléter le document papier préalablement fourni.

L'objectif d'apprentissage est de faire découvrir les cinq sens aux élèves et on a choisi de passer par la théorie avant l'expérimentation, et on a choisi la vidéo pour nous soutenir parce que nous n'avons pas tant de matériel. La vidéo vient me soutenir dans ce que j'ai envie de leur faire découvrir comme apprentissage. (Manon, PRL135)

Manon évalue ses vidéos comme étant accessibles pour les élèves, et ce, malgré que le contenu soit avancé. En effet, elle explique que le vocabulaire employé dans les vidéos pour expliquer chaque sens est complexe. Cependant, elle ajoute que ses élèves devraient être en mesure de bien recevoir le contenu et d'être stimulés à apprendre.

Le contenu est assez poussé. Nous abordons un vocabulaire assez complexe au niveau de la science et cela les stimule. Mais c'est bien adapté au niveau de l'animation. Elle capte leur attention, c'est bien fait et c'est coloré. Ce n'est pas juste quelqu'un qui parle. Il y a un narrateur, mais il y a aussi des schémas et l'animation et beaucoup d'informations. (Manon, PRL143)

À maintes reprises, Manon fait état des stratégies pédagogiques qu'elle souhaite mobiliser pour enseigner les cinq sens. Parmi ses **connaissances PC**, on perçoit dans le discours de Manon l'importance de permettre aux élèves de s'interroger sur le sujet (les cinq sens) en tentant de découvrir leur fonctionnement. D'autant plus qu'elle veut pousser la réflexion en proposant du contenu adapté pour des élèves de quatrième année : « *En fait on a l'impression que le sujet des cinq sens est destiné aux plus petits, mais en 4^e année c'est poussé un peu plus loin.* » (Manon, PRL008) Pour y arriver, elle

compte recourir à diverses stratégies pédagogiques, dont le questionnement, la schématisation, l'expérimentation, le modelage, la démarche scientifique et l'évaluation à l'aide d'un examen théorique. Le questionnement ainsi que la schématisation sont deux stratégies planifiées par Manon qui mèneront les élèves à découvrir et à proposer des pistes de solution quant au fonctionnement de chaque sens. De plus, Manon prévoit mobiliser à la fin de la portion théorique des expériences inspirées de la démarche scientifique afin de permettre aux élèves d'expérimenter chacun des sens et de les découvrir en vue de comprendre davantage leur fonctionnement. Pour guider les élèves, Manon anticipe modeler chaque station (expérience) de façon à ce qu'ils puissent exécuter correctement les étapes. Elle veut terminer la séquence d'enseignement avec un examen théorique lié au fonctionnement de chaque sens. Bien que le carnet permettant de consigner les résultats de l'expérimentation menée par les élèves sera récupéré par l'enseignante, il n'est pas prévu qu'il soit noté au bulletin; seul l'examen théorique le sera.

Notre objectif est de leur faire découvrir ce que sont les cinq sens. Pas juste ce qu'ils sont, mais comment ça fonctionne. L'approche utilisée est une approche où on leur demande d'émettre des hypothèses : qu'est-ce qu'ils pensent, eux, et comment ils croient que ça fonctionne. Après on vérifie qui a des bonnes ou des moins bonnes d'hypothèses par rapport à ce qu'on vient de voir et ils savent à la fin de tout ça, ils vont pouvoir vivre des ateliers qui vont leur permettre de découvrir lequel de leur sens est le plus développé. (Manon, PRL209)

Manon mobilise d'autres **connaissances P** en présentant les diverses stratégies pédagogiques qu'elle planifie sélectionner pour les activités à réaliser en classe. Elle voit son rôle comme étant celui d'une animatrice qui observera ses élèves et qui circulera dans la classe en vue de répondre à leurs questionnements. Son objectif sera de maintenir l'interaction avec ces derniers.

Moi je serai plus en animation et en observation. C'est ce qui m'a aidée avec le type de groupe que j'ai parce que cela me permet de circuler et de

voir ce qu'ils comprennent ou ce qu'ils ne comprennent pas. (Manon, PR158)

Dans sa planification, Manon adapte certains éléments en fonction des caractéristiques de ses élèves. Elle les décrit comme étant très communicateurs, parfois anxieux et autonomes à l'intérieur d'une tâche précise. Elle prend soin de nuancer ses propos en expliquant que leur capacité d'autorégulation n'est pas toujours développée et qu'il est nécessaire d'intervenir plusieurs fois auprès d'eux selon le moment de la journée.

Lorsqu'ils ont une tâche précise à faire, ils sont autonomes, mais lorsque j'enseigne en grand groupe et qu'ils vont échanger en grand groupe, ils vont émettre leurs idées sans attendre, de façon spontanée. C'est un groupe que si tu les mets en tâche ça va super bien. (Manon, PRL104)

Cette planification de Manon inclut l'utilisation d'un document papier comprenant un texte troué, un schéma à compléter ainsi qu'une expérimentation à réaliser. Pour elle, le recours à un cahier d'activités n'est pas la meilleure stratégie pédagogique. Elle aime mieux créer ses propres documents afin de personnaliser davantage son enseignement et ainsi s'adapter à ses élèves.

Certaines **connaissances C** liées à la didactique des S&T amènent Manon à décrire la démarche scientifique comme étant une série d'étapes qui visent au final une expérimentation. Il est important pour elle de penser l'enseignement des cinq sens en planifiant une expérimentation scientifique dans laquelle une question de recherche, le questionnement, l'hypothèse, la collecte des données, l'analyse des données et la conclusion devaient en faire partie. Cela lui exige de préparer une station pour chaque sens ainsi que l'achat du matériel nécessaire pour réaliser chaque expérience.

4.3.4 Phase active

La figure 4.8 de la page suivante illustre le portrait des connaissances mobilisées par Manon lors de la phase active. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l'aide d'exemples.

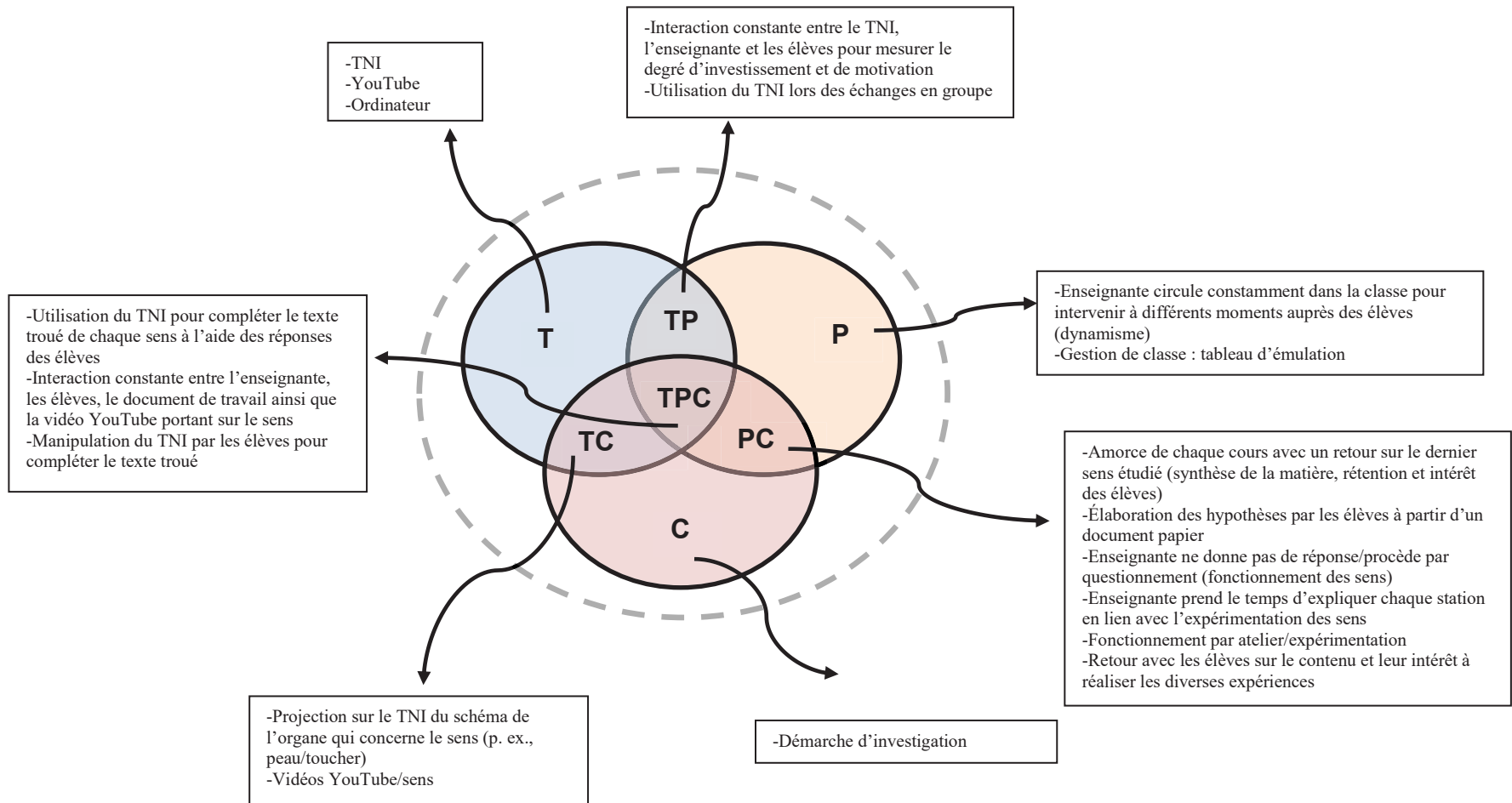


Figure 4.8 : Portrait des connaissances mobilisées par Manon à la phase active

Lors de la mise en œuvre de son enseignement, Manon a exploité différents outils numériques, dont le TNI, le site Internet YouTube ainsi que des ordinateurs portables. C'est par cette exploitation qu'elle a mobilisé des **connaissances T**. Elle s'est essentiellement servie du TNI pour projeter des documents ainsi que des vidéos. Pour interagir avec l'outil, elle a utilisé un stylet électronique. C'est principalement Manon qui l'a manipulé à l'avant de la classe. Par rapport à YouTube, cette plateforme lui a permis de diffuser des vidéos. Enfin, elle a réservé des ordinateurs portables en vue de soutenir une activité reliée à l'expérimentation. Les ordinateurs portables servaient uniquement à diffuser des sons.

En classe, le TNI servait de lieu à partir duquel des échanges ont émergé. Il était en effet possible de constater à travers la pratique de Manon des **connaissances TP** mettant en avant-plan plusieurs interactions entre elle et les élèves. Ces derniers posaient des questions et elle prenait le temps d'y répondre. Le TNI devenait ainsi un vecteur important de discussion et de réflexion. À quelques reprises, Manon est intervenue auprès des élèves pour mesurer leur niveau d'investissement dans la tâche ainsi que leur niveau de motivation. Pour ajuster le tir, elle s'appuyait du TNI pour capter leur attention, notamment en pointant des éléments affichés au tableau.

En vue de soutenir son enseignement des S&T, l'enseignante a mobilisé des **connaissances TC** en se servant du TNI pour projeter divers schémas des organes du corps humain qui sont liés à chaque sens. Par exemple, pour le toucher, Manon a partagé un schéma des différentes couches de la peau. De même, pour l'ouïe, elle a montré l'image des structures de l'oreille. En amont de ces schémas, elle a présenté des vidéos portant sur chacun des sens et provenant de la plateforme YouTube. Les vidéos ainsi que les schémas étaient des éléments centraux de son enseignement. En effet, il s'agissait des moyens préconisés par Manon pour transmettre les savoirs essentiels.

Cette enseignante a favorisé tout au long des séquences d'enseignement portant sur chacun des sens une interaction constante entre elle-même, les élèves, les documents de travail ainsi que des éléments projetés au TNI. Cette manifestation s'inscrit dans les **connaissances TPC** de Manon. Chaque élève possédait un document dans lequel un texte troué s'y trouvait et définissait la fonction d'un organe associé à son sens. Manon a pris le temps d'écouter chaque hypothèse des élèves en lien avec le fonctionnement des organes, et ce, à partir de questions, par exemple : « Comment entend-on? » ou « Comment fonctionne le toucher? ». Par la suite, elle a aidé ses élèves à valider ces hypothèses en diffusant des vidéos et en projetant un texte troué à l'écran afin de compléter les espaces vides. L'ensemble de la classe a ainsi réussi à identifier les caractéristiques de chaque organe. À quelques occasions, des élèves sont allés au TNI pour compléter eux-mêmes les espaces vides.

Il ressort de la pratique de Manon des **connaissances PC**. Lors de chaque début de cours portant sur un sens, Manon a pris soin de faire un retour avec ses élèves sur le dernier sens étudié. Elle verbalisait clairement ses objectifs qui étaient de faire une synthèse de la matière, de permettre aux élèves de retenir l'information et de solliciter leur intérêt en faisant le pont avec le prochain sens à l'étude. Le document papier transmis aux élèves leur permettait d'inscrire leur hypothèse en lien avec le fonctionnement de chaque sens. Lors de cette période, plusieurs élèves ont tenté de soutirer diverses réponses à l'enseignante. Pour leur répondre, celle-ci a mobilisé comme stratégie d'enseignement le questionnement. Ainsi, en ne donnant pas la réponse, Manon a plutôt demandé aux élèves de réfléchir et de proposer divers éléments de réponse qui ont été à valider lors du retour avec le texte troué.

Par ailleurs, lors des expérimentations, l'enseignante s'est arrêtée sur chaque station pour expliquer et modéliser le fonctionnement des étapes à réaliser. Ces étapes ont permis de bien comprendre, chez l'élève, comment chaque sens répond à un stimulus environnant. À la suite de ces expérimentations, Manon a fait un retour avec ses élèves

sur le contenu abordé durant ces expérimentations. Plus spécifiquement, elle a voulu connaître l'intérêt de ses élèves en lien avec la réalisation des expériences. Par ailleurs, le fait de fonctionner par ateliers, notamment lors des expérimentations, semble avoir été efficace pour les élèves. Ils s'y sont retrouvés et ont pu compléter le parcours en une période.

Tout au long des activités, que ce soit lors de l'enseignement des cinq sens ou des expérimentations, Manon a manifesté des **connaissances P**. Par exemple, elle circulait constamment dans la classe pour intervenir à différents moments auprès de ses élèves. Son dynamisme ainsi que sa proactivité lui ont permis de maintenir chez les élèves un niveau de concentration nécessaire à la réalisation des activités. Pour soutenir sa pédagogie, Manon fonctionne avec un tableau d'émulation permettant d'ajouter, au besoin, des « X » qui sont associés à des comportements parfois perturbants chez des élèves. Elle y a eu recours à quelques occasions. Cette gestion de classe semble être instaurée depuis le début de l'année et bien comprise par les élèves. Ainsi, lorsque Manon est intervenue auprès d'élèves au comportement inadéquat, il n'a pas été difficile pour elle de restaurer un climat de classe favorisant à la fois l'enseignement et les apprentissages.

À travers ses **connaissances C**, Manon a mobilisé la démarche d'investigation pour l'enseignement des cinq sens. Celle-ci a pris une place importante dans son enseignement. Cette démarche a permis de structurer l'apprentissage des cinq sens chez les élèves.

4.3.5 Phase postactive

La figure 4.9 de la page suivante illustre le portrait des connaissances mobilisées par Manon lors de la phase postactive. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l'aide d'exemples et de verbatims.

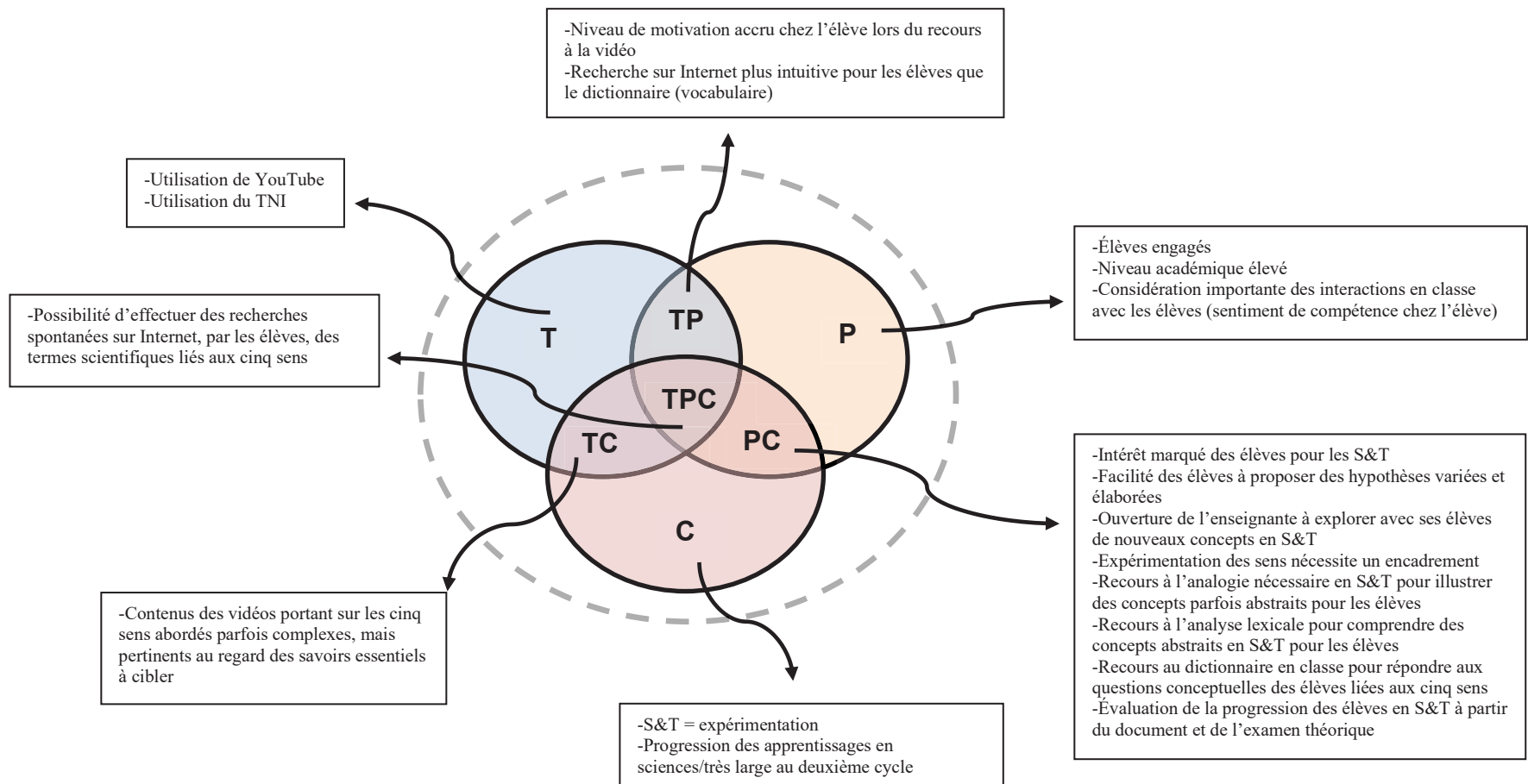


Figure 4.9 : Portrait des connaissances mobilisées par Manon à la phase postactive

L'analyse des données issues de l'entrevue finale permet de faire émerger à nouveau des connaissances mobilisées par Manon. Dès le début de l'entrevue, Manon a effectué un court bilan en lien avec l'intégration pédagogique des outils numériques utilisés lors de la séquence d'enseignement menant à l'identification de **connaissances T**. Elle est revenue notamment sur l'utilisation de la vidéo qui, pour elle, a été un succès. Dans ce contexte, le TNI s'est aussi révélé fortement utile puisqu'il a été en support à la projection.

Manon a par la suite approfondi sa réflexion en faisant des liens plus spécifiques avec le niveau de motivation des élèves à visionner les vidéos et l'impact que peuvent avoir les outils numériques sur les pratiques d'enseignement. Cela a fait ressortir des **connaissances TP**. En lien avec le niveau de motivation chez les élèves, Manon pense que le recours à la vidéo est une pratique pédagogique gagnante; cela motive les élèves et maintient leur intérêt. Elle a expliqué que l'utilisation des outils numériques comme la vidéo ou des sites Internet s'avère plus intuitive et plus intéressante pour les élèves dans un contexte d'enseignement et d'apprentissage que les dictionnaires.

L'analyse des vidéos au regard du contenu à enseigner (**connaissances TC**) a amené Manon à conclure que les contenus abordés étaient avancés et pouvaient paraître complexes à certains moments : « *ils [auteurs de la vidéo] sont allés chercher des trucs intéressants* » (Manon, POL022). Elle a ajouté que « *les vidéos appuyaient bien, même si parfois c'était poussé* » (Manon, POL023). Malgré cela, Manon maintient que les contenus abordés dans la vidéo sont efficaces, rapides et relativement simples considérant la complexité du sujet abordé.

Lors de l'entrevue, Manon a fait mention (**connaissances TPC**) qu'elle aurait dû donner davantage de temps à ses élèves pour leur permettre de faire des recherches spontanées sur Internet en lien avec des mots de vocabulaire qui sont parfois plus complexes par rapport aux cinq sens. Toutefois, avec du recul, Manon a expliqué

qu'elle est consciente que cette stratégie pédagogique peut s'avérer utile considérant qu'elle n'a pas les réponses à toutes les questions des élèves. Comme elle l'a précisé, « *à la limite s'il y a quelque chose que je ne maîtrise pas, je vais leur dire qu'on va revenir là-dessus ou je vais leur demander d'aller à la recherche sur Internet* » (Manon, POL005).

Durant l'entrevue finale, Manon a témoigné de plusieurs **connaissances PC**. Elle a tout d'abord qualifié ses élèves de très intéressés par rapport à l'apprentissage des S&T en général. Elle souligne également avoir un grand intérêt et aussi une ouverture à explorer de nouveaux concepts en S&T. L'extrait suivant témoigne aussi de l'intérêt des enfants dans le cadre du projet : « *Les enfants adorent ça. Ils sont toujours très stimulés et très intéressés et ça, ça me rend heureuse.* » (Manon, POL002) Elle ajoute avoir été étonnée de l'autonomie de ses élèves lors de la période d'expérimentation, considérant qu'il s'agit d'un groupe qui nécessite habituellement un bon niveau d'encadrement : « *L'expérimentation m'a extrêmement surprise parce que c'est un groupe qui demande beaucoup d'encadrement, mais ils ont fait ça comme des champions. Il fallait que ce soit bien dirigé, mais quand même ça s'est bien passé.* » (Manon, POL024)

Du début jusqu'à la fin de la séquence d'enseignement, Manon a trouvé les élèves très engagés en raison de la richesse de leurs interventions. Par exemple, elle mentionne le moment où ils ont proposé des hypothèses poussées pour tenter de vulgariser le fonctionnement de chaque sens. Selon Manon, cela peut s'expliquer par le fait que ses élèves sont de très grands lecteurs et qu'ils ont généralement beaucoup de connaissances sur plusieurs sujets, dont ceux liés aux S&T.

Manon a recensé diverses stratégies d'enseignement en vue de permettre aux élèves de mieux comprendre les savoirs essentiels à l'étude. Elle a identifié le recours à l'analogie en S&T, à l'analyse lexicale des mots et à l'évaluation de la progression des élèves. Le recours à l'analogie n'est pas quelque chose qui est rattaché seulement à

l'enseignement des S&T. Elle l'utilise aussi en mathématiques et en français, par exemple. Manon a précisé qu'il était important pour elle que les concepts abstraits soient rattachés à quelque chose de concret afin que les élèves puissent mieux comprendre de quoi il s'agit : *« Ça l'image bien. C'est plus clair pour eux parce que c'est utile, c'est efficace à mon avis. [...] Ils saisissent bien. Je le fais partout, notamment en mathématiques et en français. J'aime que ce soit rattaché à du concret. »* (Manon, POL082)

Quant à l'analyse lexicale des mots, Manon a mentionné que cette stratégie est très importante. Elle a souhaité que ses élèves comprennent le sens des mots en développant le réflexe d'étudier chaque partie du mot. C'est une stratégie qu'ils utilisent en lecture et qu'ils transfèrent en S&T. Pour s'aider, ils utilisent fréquemment le dictionnaire.

Manon a fait un retour sur la façon dont elle a évalué ses élèves. Afin de rendre compte du développement des compétences sur le bulletin des élèves en S&T, elle a consigné les notes de l'examen théorique ainsi que le document dans lequel se trouvait l'hypothèse, le texte trouvé et les expérimentations. Toutefois, seuls les résultats issus de l'examen ainsi que les hypothèses ont été retenus pour attribuer une note aux élèves. Comme elle l'a expliqué : *« J'ai ramassé les documents et j'ai essayé d'évaluer si l'hypothèse était bonne ou pas, s'ils se servaient de leurs connaissances antérieures et si c'était pertinent avec ce que je demandais. J'ai noté les hypothèses et l'examen. »* (Manon, POL032)

Les propos de Manon ont fait émerger à quelques occasions des **connaissances P** ciblant spécifiquement des caractéristiques générales de ses élèves. À divers moments, elle a rappelé que ses élèves étaient engagés et qu'ils avaient de très bonnes notes en général. Elle disait avoir misé sur l'importance de considérer l'ensemble des interventions des élèves en classe afin de développer, notamment, leur sentiment de compétence à l'égard de la tâche. Manon a expliqué que de considérer les interventions

des élèves peut certes prendre plus de temps, mais cela peut davantage favoriser la quête vers de nouvelles pistes de questionnement.

Enfin, Manon a souligné que l'enseignement des S&T nécessite de passer par de l'expérimentation. Ses **connaissances C** lui ont permis d'expliquer que la progression des apprentissages au deuxième cycle est très large et touche à plusieurs savoirs essentiels et à la démarche scientifique. Ainsi, en première année du deuxième cycle du primaire, il a paru fort pertinent, pour elle, d'aborder le savoir essentiel des cinq sens en s'appuyant sur la démarche scientifique qui a mis à l'avant-plan l'expérimentation, comme le rappellent ses propos : « *pour moi les sciences, on expérimente* ». (Manon, POL101)

4.3.6 Synthèse des résultats pour Manon

Manon est enseignante depuis plus de 20 ans et elle exploite les outils numériques dans sa pratique depuis plus de cinq ans. Elle enseigne à la deuxième année du deuxième cycle auprès de 25 élèves. Tant du côté de l'exploitation des outils numériques que du côté de l'enseignement des S&T, elle qualifie son sentiment de compétence comme étant « bon ». Pour l'ensemble des phases, une manifestation accrue des connaissances PC et P ressort de ses propos et de son enseignement en classe. Dès la phase préactive, Manon réalise plusieurs liens entre les savoirs essentiels qu'elle enseignera et les stratégies pédagogiques qu'elle mobilisera. Ses propos révèlent déjà à ce moment que les outils numériques seront principalement exploités par elle. Lors de la phase active, il a été possible de constater en effet que le TNI a été l'outil numérique principalement utilisé dans un contexte où Manon a favorisé les interactions avec ses élèves. Plusieurs connaissances PC, P et TC ont été observées lors de son enseignement des savoirs essentiels de S&T. À la phase postactive, de nombreuses connaissances PC se sont manifestées dans le discours de la participante. Elle a fait plusieurs liens entre les

stratégies didactiques qu'elle a employées ainsi que l'impact qu'elles avaient sur les élèves, notamment sur leur motivation et leur intérêt pour les S&T. À ce moment, la place des outils numériques, notamment le TNI, a fait l'objet de moins de liens avec ses pratiques d'enseignement.

4.4 Alice

4.4.1 Profil de l'enseignante et éléments contextuels

Alice est une enseignante dans une classe multiniveau comprenant 24 élèves de la deuxième année du deuxième cycle ainsi que de la première année du troisième cycle. Elle travaille dans une école de plus de 200 élèves dans le Centre de services scolaire du Chemin-du-Roy en Mauricie. Âgée dans la vingtaine, elle possède cinq années d'expérience dans l'enseignement et exploite les outils numériques depuis environ quatre ans. À son école, elle a accès à un laboratoire informatique comprenant près d'une trentaine d'ordinateurs de bureau, un TNI, des iPad, un numériseur ainsi qu'un réseau Internet sans fil.

Cette enseignante évalue sa perception de ses compétences par rapport à l'utilisation des outils numériques comme étant bonne. De même, elle qualifie sa perception de ses compétences à enseigner les S&T de bonne. À raison de moins d'une heure par semaine, elle exploite des outils numériques dans son enseignement des S&T. Elle mentionne planifier et préparer son enseignement des S&T à partir d'outils numériques, par exemple : consulter des sites proposant des activités et des scénarios pédagogiques en S&T, trouver de l'information, gérer sa classe ainsi qu'utiliser diverses applications et des logiciels. Comme approches pédagogiques, elle a recours

à l'enseignement en grand groupe, au travail en projet, à la résolution de problèmes ainsi qu'à l'investigation scientifique.

4.4.2 Résumé de la séquence d'enseignement étudiée

Dans la cadre de la séquence d'enseignement, Alice avait comme objectif d'amener les élèves à construire individuellement un herbier à partir de feuilles ramassées sur la cour d'école. Échelonnée sur quatre semaines, elle a planifié huit périodes d'une heure pour réaliser le projet (15 octobre 2018 – une période; 19 octobre 2018 – deux périodes; 25 octobre 2018 – deux périodes; 29 octobre 2018 – deux périodes; 9 novembre 2018 – une période).

Sa planification est marquée par trois grandes étapes. La première étape a porté sur l'enseignement en classe des caractéristiques des arbres (croissance, parties, respiration) et des feuilles. La deuxième étape s'est déroulée à l'extérieur de l'école afin que les élèves puissent collecter des feuilles sur le parterre. La troisième étape s'est déroulée dans le laboratoire informatique. Chaque élève a utilisé un ordinateur de bureau afin de rechercher de l'information sur les espèces collectées et d'amorcer son herbier à l'aide du logiciel Word ou PowerPoint. Un retour en plénière a eu lieu à la fin du projet. À divers moments lors de la séquence d'enseignement, Alice a eu recours au TNI, à son iPad personnel, au laboratoire informatique ainsi qu'à une clé USB.

4.4.3 Phase préactive

La figure 4.10 de la page suivante illustre une synthèse des manifestations des connaissances mobilisées par Alice lors de la phase préactive. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l'aide d'exemples et de verbatims.

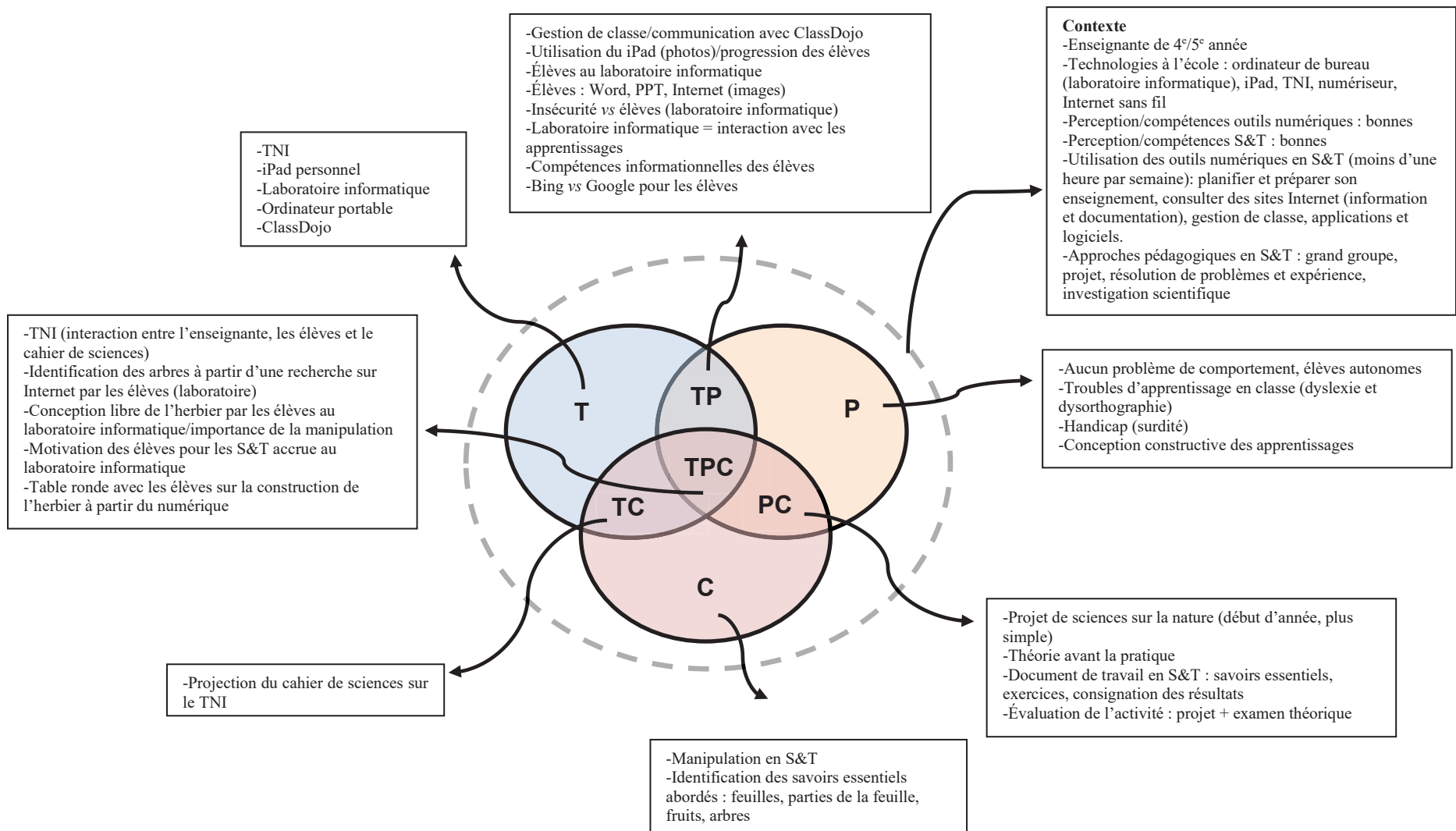


Figure 4.10 : Portrait des connaissances mobilisées par Alice à la phase préactive

Lors de l'entrevue initiale, Alice a fait état de sa planification ainsi que de ses intentions pédagogiques. À travers ces deux composantes de l'enseignement, des connaissances se sont manifestées et sont classées, comme présenté dans la figure 4.10, selon les catégories du modèle TPaCK. Il émerge de ses propos des **connaissances T** lorsqu'elle traite des outils numériques qu'elle souhaite utiliser en classe. Elle identifie le TNI ainsi que les ordinateurs du laboratoire informatique comme étant les outils qui seront principalement utilisés. Cette enseignante définit le TNI comme étant un projecteur : *« Je ne pense pas que le fait que j'utilise le TNI, ça va être plus interactif, plus le fun. Ça reste un projecteur. »* (Alice, PRL156) Elle ajoute que l'écran du TNI, bien qu'utile comme projecteur, voit sa fonctionnalité tactile défectueuse. Ainsi, il ne sera pas possible d'écrire directement au TNI. Elle doit le faire via un ordinateur portable adjacent au TNI. Par ailleurs, Alice relève qu'il est possible que son iPad personnel soit utilisé, sans toutefois le confirmer. Elle prévoit peut-être utiliser l'application « Photo » du iPad et transférer les fichiers sur la plateforme de gestion de classe et de communication ClassDojo.

En expliquant plus précisément comment la plateforme ClassDojo sera intégrée dans son enseignement, il ressort du discours d'Alice des **connaissances TP**. Elle la présente comme suit :

C'est un système de gestion de classe et de récompense disponible sur Internet. Les parents ont la possibilité de discuter avec moi à l'aide de messages privés. Il y a un fil d'actualité aussi juste pour la classe et ceux qui sont inscrits, dont les parents des élèves. (Alice, PRL122)

Alice prévoit témoigner de la progression de ses élèves en partageant des photos de leur travail sur cette plateforme. Il s'agira aussi d'un lieu où des messages importants pourront être communiqués et où les devoirs et les leçons pourront être déposés. Le iPad se veut un outil numérique qu'elle souhaite utiliser pour documenter cette

progression. À l'aide de l'appareil photo, elle pourra capter divers moments où les élèves seront en action tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la classe.

Par ailleurs, Alice explique que les élèves auront l'occasion de travailler au laboratoire informatique de l'école. Elle pense qu'au début de l'activité au laboratoire, certains élèves pourraient exprimer de l'insécurité par rapport à l'utilisation des ordinateurs et plus précisément de l'utilisation des outils de bureautique comme Word ou PowerPoint. Elle pense aussi qu'il y a un risque que plusieurs questions lui soient posées, et même que des élèves pourraient se mettre en colère. Cet extrait illustre un exemple de situation soulevée par Alice :

Même si pour nous en tant qu'adulte ça reste des logiciels qu'on utilise tous les jours, pour les enfants, faire copier-coller d'une image, il y en a plusieurs qui ne savent pas comment le faire ou enregistrer leurs documents sur une clé. Même juste de taper, ils ont de la difficulté. Ce n'est pas quelque chose que les enfants sont habitués à faire. (Alice, PRL097)

Or, Alice mentionne que le recours au laboratoire informatique demeure ce qu'il y a de plus fonctionnel. Elle précise que cela permet aux élèves d'être en interaction avec les apprentissages puisqu'ils manipulent davantage et mettent en œuvre leur créativité. Pour mieux soutenir les élèves dans l'utilisation de ces outils numériques, elle optera pour une pédagogie plus souple où ils seront libres d'utiliser la plateforme de leur choix, comme en témoigne cet extrait : « *Les enfants seront libres d'utiliser les outils de leur choix. Je suis certaine qu'ils vont se diriger vers Word ou les diaporamas. Justement avec les sites Internet et les images, ce sera plus ce qu'ils vont décider.* » (Alice, PRL095)

Alice soulève certains défis liés aux compétences informationnelles des élèves. Précisant préférer le moteur de recherche Google pour son efficacité et sa validité, Alice explique que certains de ses élèves recourront probablement au moteur de

recherche Bing. Elle émet comme hypothèse que certains élèves utilisent Explorer comme navigateur et que ce dernier intègre par défaut le moteur de recherche Bing. Elle compte modifier cette pratique en orientant, s'il y a lieu, ces élèves vers Google. Elle ajoute aussi que ses élèves ont tendance à chercher de l'information sur les moteurs de recherche sans pour autant cliquer et lire les informations présentées sur un site Internet. En effet, certains élèves seraient enclins à simplement retirer de l'information provenant des résultats issus du moteur de recherche. Comme le mentionne Alice, ils vont essayer de trouver la réponse le plus vite possible en prétextant que c'est moins long que d'aller visiter le site Internet en entier. Malgré cela, elle maintient vouloir laisser ses élèves libres dans leur utilisation des moteurs de recherche en se laissant une porte ouverte quant à la proposition de pistes ou de trucs liés à la recherche d'information.

En lien avec les **connaissances TC**, Alice identifie un exemple où les outils numériques pourront soutenir son enseignement des S&T. Elle présentera un diaporama devant la classe. Elle veut être soutenue par ce dernier afin d'enseigner les divers savoirs essentiels à l'étude. Parmi ces savoirs essentiels, on y retrouve les caractéristiques reliées aux feuilles et aux arbres. En parallèle au diaporama, un cahier de l'élève conçu par elle-même sera aussi projeté grâce à la combinaison du TNI avec l'ordinateur portable d'Alice.

En clarifiant son utilisation du TNI, des propos d'Alice s'inscrivent dans les **connaissances TPC**. Alice mise sur l'interaction entre les élèves et elle, au regard du cahier de sens projeté à l'écran. En classe, elle souhaite que tous réfléchissent et se posent des questions liées au fonctionnement, par exemple, de la circulation de la sève à l'intérieur de l'arbre. Qui plus est, elle exprime la volonté de situer ses élèves dans un contexte où ils pourront se questionner et émettre des hypothèses en lien avec la respiration d'un arbre et sa croissance. Les documents projetés pourront, selon elle,

orienter les discussions et permettre aux élèves de participer activement à leurs apprentissages.

Ces activités se poursuivront au laboratoire informatique où les élèves auront à identifier des arbres à partir de recherches effectuées sur Internet. Ayant à sa disposition un iPad, il se peut qu'elle le partage avec les élèves qui auraient l'intention de chercher de l'information à partir de cet outil numérique. Ces recherches constituent l'amorce de la création de l'herbier par les élèves. Cette production permettra aux élèves d'être encore une fois très actifs dans leurs apprentissages où la créativité et la liberté sont de mise.

Je leur demande des informations par rapport à chacune des feuilles. Le cadre et la façon dont ils vont bâtir leur herbier, c'est eux qui vont décider. À l'ordinateur, ils vont pouvoir utiliser le logiciel Word ou PowerPoint. Est-ce qu'ils vont décider d'aller chercher des images sur Internet? Ça je ne le sais pas. C'est vraiment libre à eux. (Alice, PRL058)

Malgré l'insécurité de certains élèves à utiliser les outils numériques pour concevoir leur herbier, Alice explique tout de même qu'ils seront très motivés à travailler au laboratoire informatique. Elle souhaite les placer dans une situation où ils devront apprendre par essai-erreur, comme en témoigne cet extrait :

Pour qu'il y ait vraiment un apprentissage au niveau des technologies, je pense qu'ils doivent être en manipulation. Il faut qu'ils puissent manipuler et essayer. Ils vont apprendre beaucoup par essai-erreur. L'avantage va être quand ils vont essayer plutôt qu'être devant une technologie et la regarder. Quand ils vont être dans la construction de leur herbier, ils vont chercher, s'organiser et déterminer quoi retenir. (Alice, PRL172)

À la fin de l'activité, Alice prévoit faire une plénière avec ses élèves autour de la conception de l'herbier à l'aide d'outils numériques. Sous la forme d'une table ronde, cette étape permettra aux élèves de partager leurs résultats et d'exprimer les avantages ainsi que les défis liés à la création d'un herbier dans un tel contexte. Alice souhaite

que ses élèves puissent développer un esprit critique au regard de l'utilisation du numérique.

Durant l'entrevue initiale, des **connaissances PC** ont aussi émergé malgré le fait que le recours au numérique soit omniprésent dans la planification d'Alice. Elle place la réalisation du projet de S&T en début d'année scolaire puisqu'elle qualifie les savoirs essentiels comme étant relativement simples, et qu'il importe que les élèves puissent par eux-mêmes s'organiser et travailler en projet. Elle précise toutefois qu'avant de lancer les élèves dans ce projet, un cours théorique sera nécessaire. Chaque élève aura en sa possession un document papier qui comprend toutes les connaissances et les exercices reliés aux caractéristiques des feuilles et des arbres. Celui-ci permettra aux élèves de différencier diverses espèces de feuilles et de se familiariser avec les termes scientifiques. Également, ce document comprendra les consignes pour réaliser l'herbier. Comme Alice l'explique dans le prochain extrait, les élèves auront besoin de ce document lors de la recherche de feuilles à l'extérieur de l'école :

Ils en auront besoin lorsqu'ils construiront leur herbier. À l'extérieur, ce sera plus facile d'apporter avec eux le cahier. Puis ce cahier, ils le garderont parce qu'à l'examen ils en auront besoin. Pour étudier à la maison, ça va mieux. Pour les exercices aussi, c'est plus facile pour ce qui est des notions. C'était la chose la plus facilitante pour aller à l'extérieur et le transporter. (Alice, PRL209)

L'enseignante glisse quelques mots en lien avec l'évaluation du projet de S&T. En effet, elle prévoit évaluer le projet en deux temps, comme elle le souligne dans cet extrait : « *J'évalue l'élève à travers son projet avec son produit et après ça ils ont un examen de connaissances. Je prends les deux notes et je les mets ensemble.* » (Alice, PRL016)

Puisqu’Alice enseigne auprès d’une clientèle diversifiée, cela l’amène à mobiliser des **connaissances P** adaptées au contexte. Comme elle l’explique dans cet extrait, les élèves de sa classe n’ont pas de problème de comportement :

Ils n'ont pas de problème de comportement et c'est relativement facile de leur enseigner. Ils ont un intérêt pour tout. J'ai des amis qui sont prêts à aider tout le temps. Ce sont des travailleurs, mais ça leur prend une structure. (Alice, PRL030)

Certains élèves présentent toutefois des troubles d’apprentissage (dyslexie et dysorthographe) ou des handicaps (surdité). Alice répète que placé en début d’année, ce projet risque de permettre aux élèves de construire des apprentissages signifiants malgré certaines difficultés rencontrées. L’enseignante adopte une posture constructiviste dans laquelle tous les élèves participeront à la construction de leurs apprentissages, comme elle en témoigne : « *Ce ne sont pas des petits vases qu’on remplit!* » (Alice, PRL205)

Enfin, lorsqu’elle relate sa vision de l’enseignement des S&T, Alice fait émerger des **connaissances C** par ses propos. Pour elle, la manipulation en S&T est importante. Ainsi, lorsqu’elle identifie les savoirs essentiels à aborder (feuilles et arbres), il importe pour elle d’y joindre comme approche didactique, la manipulation. Elle donne différents exemples de manipulations, dont la collecte de feuilles dans l’environnement, la préservation de ses feuilles et finalement la construction d’un herbier.

4.4.4 Phase active

La figure 4.11 de la page suivante illustre une synthèse des manifestations des connaissances mobilisées par Alice lors de la phase active. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l’aide d’exemples issus des observations.

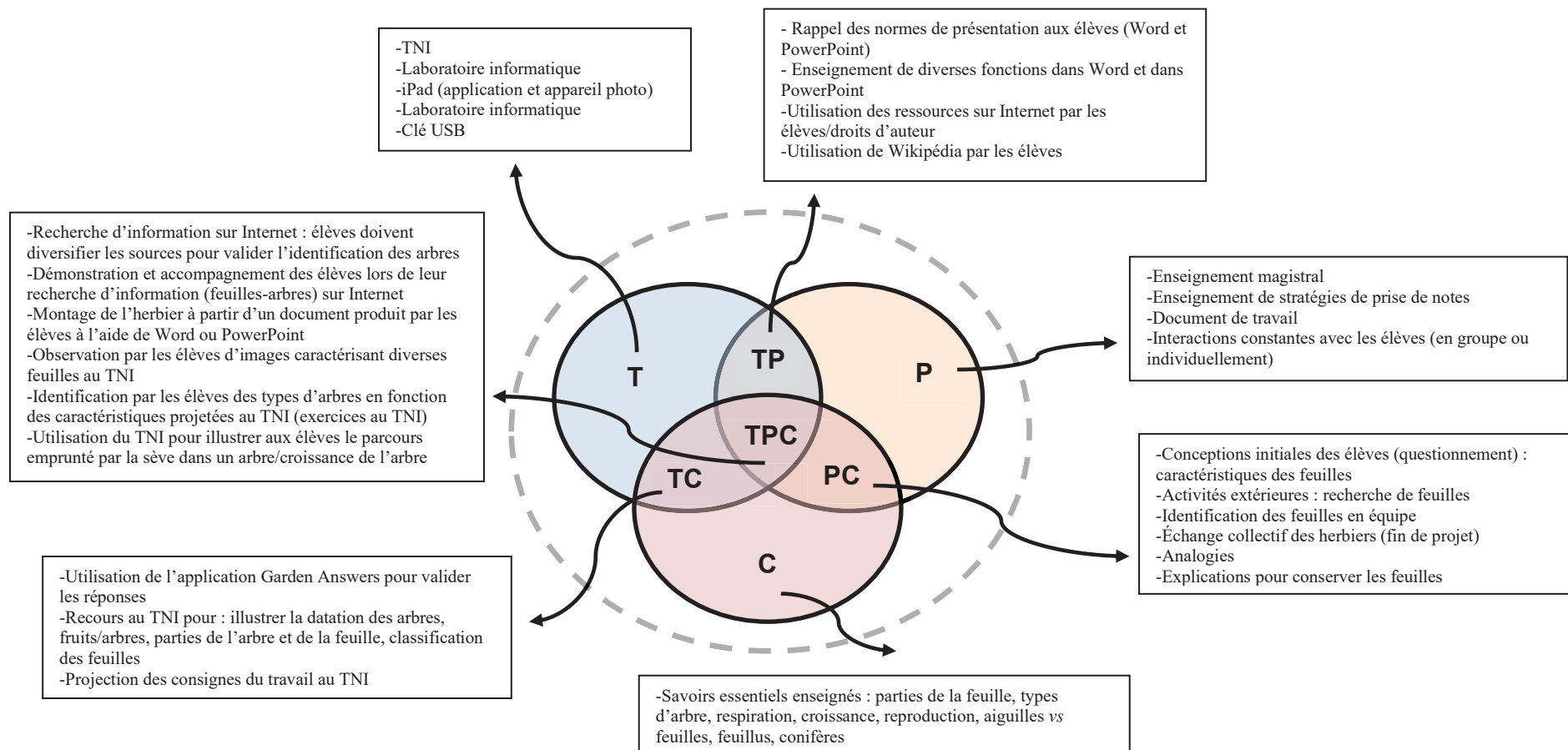


Figure 4.11 : Portrait des connaissances mobilisées par Alice à la phase active

Lors de la phase active, Alice a manifesté des **connaissances T**. Elle a eu recours au TNI, au iPad, au laboratoire informatique ainsi qu'à une clé USB. Puisque le TNI était défectueux, elle s'en est principalement servi comme projecteur en utilisant son ordinateur portable. Comme prévu, Alice a réservé le laboratoire informatique pour y travailler. Afin de sauvegarder le travail effectué par les élèves, elle s'est munie d'une clé USB. C'est elle qui a pris soin d'enregistrer chaque travail. Par ailleurs, puisqu'elle avait un iPad en sa possession, elle l'a principalement utilisé comme appareil photo.

Par l'utilisation que fait Alice du iPad, elle fait émerger des **connaissances TC**. En effet, elle a téléchargé une application, Garden Answers, lui permettant de valider l'identification des feuilles. Pour soutenir l'explication des savoirs essentiels liés aux arbres et aux feuilles, Alice a utilisé le TNI. Il a été efficace pour elle d'illustrer au TNI les anneaux de croissance des arbres afin de connaître leur âge. Elle a fait la même chose en ce qui a trait aux parties d'un arbre et d'une feuille ainsi que leur classification en présentant divers schémas au TNI. Enfin, le TNI permettait aussi de projeter les diverses consignes liées à la réalisation de l'herbier. Agissant comme point de repère, il permettait à Alice d'assurer la cohérence entre les diverses étapes de conception de l'herbier.

Lors des périodes au laboratoire informatique, Alice a mobilisé plusieurs **connaissances TP**. Puisque les élèves étaient appelés à utiliser les ordinateurs de bureau ainsi que certains logiciels, dont Word et PowerPoint, des interventions ont été nécessaires de la part de l'enseignante afin de structurer leur travail. Un rappel des normes de présentation dans Word et PowerPoint a été fait par l'enseignante. Elle a indiqué aux élèves la nécessité de commencer l'herbier avec une page de présentation. D'autres consignes ont suivi par rapport à la structure de présentation des feuilles (p. ex., nombre de feuilles par page et mise en page). Cela a aussi permis à Alice d'expliquer diverses fonctions dans les deux logiciels de bureautique (police d'écriture,

taille de l'écriture, couleur du texte, transition, fond d'écran, insertion d'image, mise en page).

D'autres consignes ont été données par Alice, cette fois-ci en lien avec l'utilisation des ressources sur Internet et l'importance de citer les auteurs. Elle a souhaité sensibiliser les élèves aux droits d'auteur de façon à ce qu'ils ne fassent pas de « copier-coller » de textes à partir de sites Internet visités. Sachant que les élèves utilisaient principalement Wikipédia pour trouver leurs informations, Alice a supervisé les élèves dans leur quête d'information en intervenant parfois auprès de ceux qui avaient des questions concernant la consignation de leurs ressources.

Pour s'assurer que les élèves consignent les informations de façon éthique, les interventions d'Alice ont fait émerger des **connaissances TPC**. Elle a indiqué aux élèves l'importance de diversifier les sources d'information pour valider, dans le cadre de la conception de l'herbier, l'identification des arbres à partir des caractéristiques de leurs feuilles. Pour soutenir davantage les élèves dans cette étape de la recherche, elle a pris le temps de faire une démonstration devant les élèves pour expliquer comment, à partir de mots-clés, il est possible de repérer différents sites Internet pertinents pour le travail. En ayant en tête que certains élèves ne consultent pas les sites Internet, mais seulement le court résumé des résultats présentés par les moteurs de recherche, Alice a souligné aux élèves qu'il était nécessaire de visiter chaque site Internet et de lire toutes les informations correspondant aux caractéristiques des arbres et des feuilles. De même, elle a demandé aux élèves d'observer les images ou les photos provenant des résultats de la recherche afin d'associer les feuilles récoltées dans la cour d'école avec celles qui sont répertoriées sur les navigateurs de recherche. À partir des consignes de leur enseignante ainsi que les résultats de leur recherche sur Internet, les élèves ont participé activement à leurs apprentissages en concevant eux-mêmes leur herbier sur Word ou sur PowerPoint.

Durant la période d'enseignement théorique, Alice a aussi mobilisé d'autres **connaissances TPC** en utilisant le TNI. Elle a utilisé l'outil numérique comme un exerciceur permettant aux élèves d'identifier les types d'arbres (feuillus ou conifères) en fonction des caractéristiques projetées au tableau. Par ailleurs, afin d'illustrer le parcours de la sève dans un arbre, Alice a eu recours au TNI pour tracer et suivre le chemin emprunté. Tout au long de cette activité, les élèves ont pu émettre des hypothèses et discuter avec l'enseignante des divers chemins que peut prendre la sève et son rôle dans la croissance d'un arbre. Ce lieu d'interaction entre l'enseignante, les élèves et le TNI semble avoir bonifié leur compréhension au regard de ce phénomène.

Bien que les outils numériques aient été omniprésents lors des séquences d'enseignement observées chez Alice, des **connaissances PC** se sont tout de même manifestées. En effet, Alice a pris le temps avec ses élèves de clarifier certains thèmes liés au projet, et ce, en optant pour différentes stratégies didactiques : questionnement et analogie. Elle a demandé aux élèves ce qu'ils connaissaient par rapport aux herbiers et ce qui les compose. Elle a procédé de la même façon en ce qui a trait aux caractéristiques des feuilles et aux parties des arbres. Son objectif était de faire ressortir les conceptions initiales des élèves. Cela les a amenés à distinguer des types de feuilles en fonction des types d'arbres. Par ailleurs, Alice a utilisé l'analogie pour permettre aux élèves de mieux comprendre certaines caractéristiques en lien avec le contour des feuilles (p. ex., dent = dentées).

À la suite de la collecte des feuilles à l'extérieur par les élèves, Alice a permis à ces derniers d'identifier en équipe les feuilles en vue de favoriser la collaboration et l'apport des connaissances de chacun dans cette tâche. Elle a pris soin de leur expliquer les moyens à prendre pour conserver convenablement les feuilles jusqu'à la conception de l'herbier.

À la fin du projet, chaque élève avait son herbier en format papier et a pu partager ses résultats avec l'ensemble de la classe. Cet échange collectif a favorisé la collaboration de tous les élèves et aussi une rétroaction de la part d'Alice.

De façon plus générale, Alice a mobilisé des **connaissances P**. En effet, l'enseignante a eu recours à diverses stratégies pédagogiques pour soutenir son enseignement. Parmi ces stratégies, l'enseignement magistral, l'enseignement aux élèves des stratégies liées à la prise de note, la création d'un document de travail et plusieurs interactions avec les élèves en groupe ou individuellement ont été observées et mobilisées de façon ponctuelle lors de la séquence d'enseignement.

Des **connaissances C** ont émergé lors de la période d'enseignement théorique. À divers moments, Alice a démontré ses connaissances disciplinaires en S&T lorsqu'elle a traité des parties de la feuille de même que des types d'arbres (feuillus et conifères, respiration des végétaux, croissance et modes de reproduction).

4.4.5 Phase postactive

La figure 4.12 de la page suivante illustre une synthèse des manifestations de connaissances mobilisées par Alice lors de la phase postactive. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l'aide d'exemples et de verbatims.

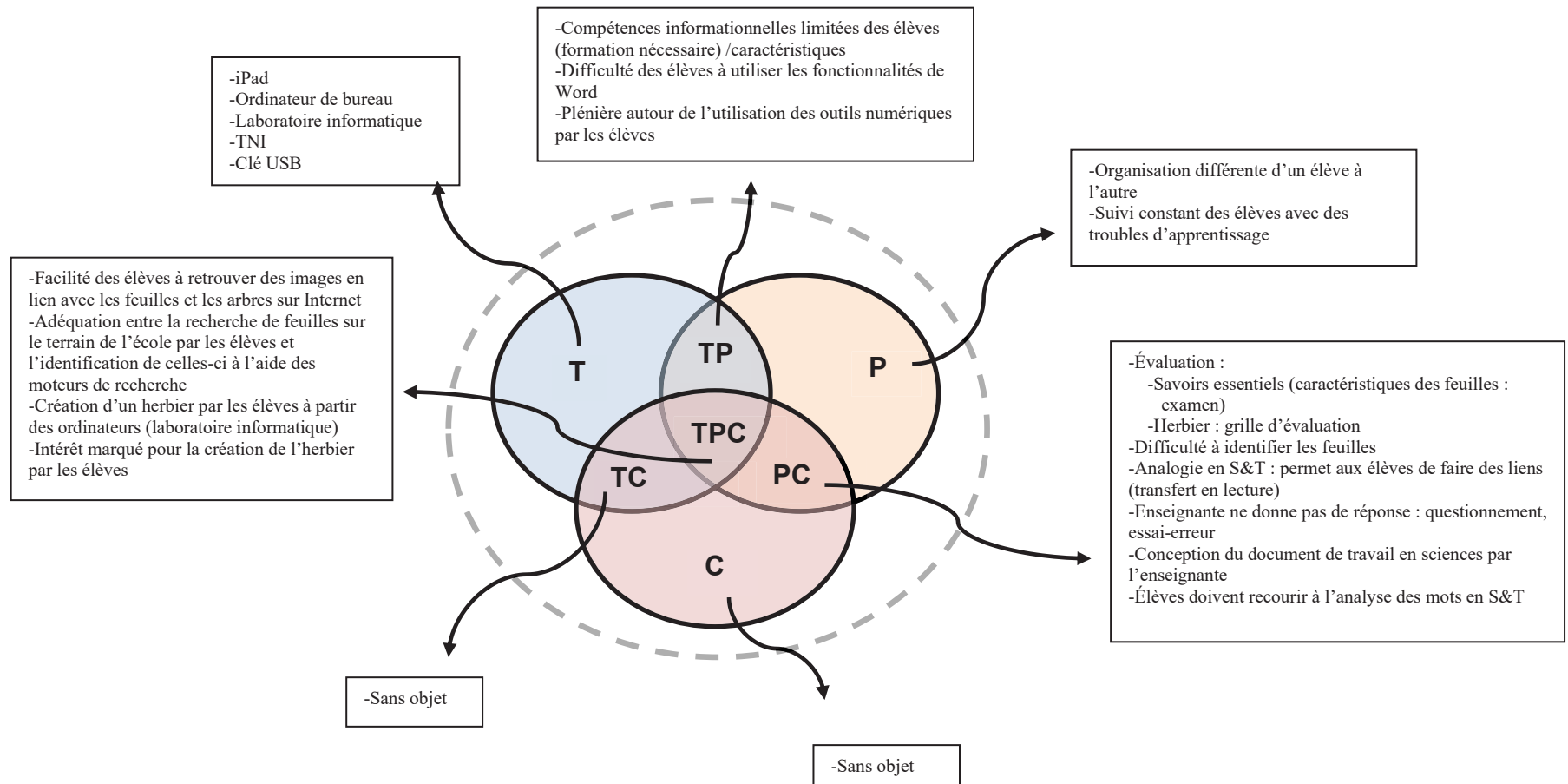


Figure 4.12 : Portrait des connaissances mobilisées par Alice à la phase postactive

Les données provenant de l'entrevue finale permettent de mettre en évidence des connaissances mobilisées par Alice. Dans ses propos, il ne ressort pas de **connaissances TC** et **C** puisque celles-ci sont plutôt en interrelation avec les autres types de connaissances de la figure 4.12. Lors de l'entrevue, Alice a fait un court résumé des outils numériques qu'elle a utilisés, menant ainsi à la manifestation de **connaissances T**. Comme identifié dans la figure 4.12, Alice confirme avoir eu recours aux fonctionnalités de son iPad, de son ordinateur de bureau, du laboratoire informatique, du TNI et de sa clé USB pour sauvegarder les travaux des élèves. Elle décrit le iPad comme étant un outil très efficace pour effectuer des recherches rapidement comparativement à l'utilisation de l'ordinateur. Bien que le iPad n'ait pas été pleinement utilisé par Alice lors de son enseignement, elle souhaite dans le futur l'intégrer davantage. Par ailleurs, malgré le fait que son TNI ait été défectueux, elle explique que l'utilisation de l'ordinateur portable l'a aidée à soutenir son enseignement. De même, elle mentionne que les ordinateurs de bureau du laboratoire informatique ont bien fonctionné, ce qui a favorisé la réalisation des activités.

Certains constats effectués par Alice ont fait émerger des **connaissances TP**. Elle considère que ses élèves ont eu de la difficulté à effectuer des recherches sur Internet, notamment parce qu'ils ont employé des méthodes qu'elle remet en question. Elle croit que cette difficulté à mobiliser des compétences informationnelles efficaces a affecté la qualité des travaux de certains élèves. Comme elle l'explique dans l'extrait suivant, des habitudes de recherche sur Internet et de consignation de résultats sont à revoir chez des élèves :

Chercher de l'information, c'est difficile parce qu'ils veulent avoir la réponse tout de suite. Ils ne vont pas nécessairement cliquer sur les sites. Ils utilisent des moteurs de recherche qui me font rire : « Bing ». C'est comme aller chercher quelque chose sur la Toile du Québec. Tu ne trouveras rien là-dessus. Va sur Google! Ils ont des difficultés. C'est quelque chose que je devrais travailler avec eux. Ça leur demande beaucoup de cliquer et d'aller lire. (Alice, POL169)

De plus, à la suite de son bilan, Alice dévoile avec étonnement qu'ils ont eu de la difficulté à utiliser la suite bureautique Word. Elle explique avoir pourtant passé beaucoup de temps avec plusieurs élèves pour répondre à des questions techniques en lien avec les fonctionnalités de Word. L'extrait suivant résume la situation vécue lors de l'utilisation de Word par les élèves : « *Au laboratoire ça a bien été, mais ils ont posé des questions, ils étaient intéressés, ils ont travaillé fort. Je me rends compte qu'ils ont tellement de la misère avec Word! C'est toujours les mêmes questions qui revenaient.* » (Alice, POL008)

Alice émet comme hypothèse que les élèves utilisent peu le traitement de texte à la maison. Elle ajoute même qu'une de ses élèves n'avait jamais utilisé le logiciel, d'où les nombreuses questions. Ainsi, tant pour la recherche sur Internet que pour l'utilisation du logiciel Word, Alice pense que sa courte formation a été nécessaire dans l'accompagnement des élèves.

Alice a fait un retour sur la plénière liée à l'utilisation des outils numériques en classe par les élèves. Son intention pédagogique était de leur permettre de se rendre compte de l'efficacité ou des limites liées à l'utilisation des outils numériques dans la réalisation d'un projet. Le prochain extrait témoigne de l'objectif en lien avec cette activité :

L'objectif de la plénière était de cibler quelles étaient leurs difficultés. Ce qu'on va travailler la prochaine fois. Ça fait 3 mois que je les ais, je n'étais pas à l'école ici avant et je ne sais pas à quel point leurs compétences technologiques sont avancées. Je voulais connaître leurs intérêts et où je dois travailler avec eux. (Alice, POL198)

Alice a mobilisé des **connaissances TPC** en expliquant que bien que la recherche d'information par les élèves n'ait pas donné les résultats escomptés, il demeure tout de même que la recherche d'images en lien avec les feuilles et les arbres sur Internet a été

un succès, comme en témoigne cet extrait : « *pour aller chercher des images, c'est quelque chose qu'ils sont capables de faire* » (Alice, POL169). Elle poursuit cependant en affirmant qu'il est important de mettre en adéquation l'utilisation des outils numériques avec l'enseignement des S&T, et ce, en créant un équilibre entre le temps passé à l'ordinateur et le temps à observer les feuilles dans la nature. Elle a souhaité que les élèves puissent manipuler de vraies feuilles d'arbre avant d'amorcer la séquence de création de l'herbier au laboratoire informatique. Cet extrait est tiré des propos d'Alice à ce sujet :

C'est facile et ça se fait très bien aller chercher des images des feuilles sur Internet. La raison pour laquelle je ne l'ai pas fait comme ça c'est que je voulais qu'ils aillent dehors pour avoir des vrais exemples, pour manipuler, chercher et voir les arbres. C'est beau d'identifier la nervure principale et la nervure secondaire d'une feuille. Sur une image, ce n'est pas aussi parfait. C'est la raison pour laquelle j'ai fait ça. (Alice, POL190)

Cette façon de procéder a permis, selon Alice, d'accroître l'intérêt des élèves pour la réalisation de l'herbier. Elle souligne qu'ils ont perçu dès le début la pertinence de recourir à la recherche sur le terrain ainsi qu'à la recherche sur Internet, et ce, malgré les difficultés que cette dernière a pu engendrer.

En fin d'entrevue, Alice a témoigné de **connaissances PC** en traitant des modalités d'évaluation du projet. L'évaluation a eu lieu en deux parties. La première partie est en lien avec les savoirs essentiels (p. ex., les caractéristiques d'une feuille). À partir d'un examen théorique, Alice a pu évaluer les connaissances des élèves. La deuxième partie est reliée à l'herbier. En faisant imprimer les herbiers, Alice a évalué à l'aide d'une grille d'évaluation le processus de création de l'herbier, comme le résume cet extrait :

Pour ce qui est des herbiers, j'ai fait une grille d'évaluation. Je regardais les types de feuilles, si chacun des points était là, s'ils avaient les bonnes réponses. Il y avait aussi des points pour l'organisation, la créativité et l'effort en général. (Alice, POL062)

À l'issue de cette évaluation, elle constate que l'identification des feuilles par les élèves a été difficile tant dans l'herbier que dans l'examen théorique. Cette situation l'a étonnée puisqu'elle croit avoir accordé suffisamment de temps en classe pour décliner les différentes caractéristiques morphologiques des feuilles. L'extrait suivant témoigne de ses propos :

Ils ont eu plus de difficultés que je pensais pour identifier les feuilles. J'avais déjà fait ce module avec des élèves de 2^e année et c'était clair. On dirait qu'avec eux, ils ont eu plus de difficulté. Dans ma tête c'était facile.
(Alice, POL031)

Elle considère aussi avoir mobilisé des stratégies didactiques permettant aux élèves de mieux apprendre les savoirs essentiels en S&T. Par exemple, elle a mentionné avoir eu recours à l'analogie pour faire des liens avec les lectures, à l'essai-erreur et au questionnement. De plus, elle a fait un retour sur le document de travail qu'elle a confectionné pour les élèves et qui comprenait l'ensemble des savoirs essentiels nécessaire à leur compréhension. En analysant ce dernier, elle modifierait certains éléments pour le futur, comme l'indique cet extrait : « *Je suis allée chercher les informations que j'avais besoin. Au niveau visuel c'était moyen. Souvent il n'y a pas assez d'informations ou c'était minime.* » (Alice, POL045)

Par rapport aux **connaissances P**, Alice a expliqué la nécessité de différencier l'organisation de sa classe en fonction de chaque élève, sachant que celle-ci varie d'un élève à l'autre. Avec une clientèle très diversifiée, Alice a mentionné avoir été continuellement en observation avec plusieurs élèves exposés à des troubles et difficultés d'apprentissage. Ce suivi constant avec ces élèves a demeuré une de ses grandes préoccupations. Malgré ces difficultés, elle a souhaité tout au long du projet que ceux-ci progressent dans un contexte d'apprentissage stimulant et intéressant.

4.4.6 Synthèse des résultats pour Alice

Œuvrant depuis cinq ans en enseignement, elle enseigne dans une classe multiniveau de la 4^e et de la 5^e année auprès de 24 élèves. Elle qualifie son sentiment de compétence dans l'exploitation des outils numériques et dans l'enseignement des S&T comme étant « bon ». Dès la phase préactive, la participante mobilise principalement des connaissances TPC et TP. Elle fait déjà plusieurs liens quant à l'activité qui se déroulera au laboratoire informatique. Ainsi, elle fournit plusieurs explications quant aux rôles qu'auront à jouer ses élèves lorsqu'ils utiliseront les outils numériques pour soutenir leurs apprentissages. Elle traite brièvement des moments où elle prendra en charge l'enseignement des savoirs essentiels à partir de son TNI, d'où une faible manifestation des connaissances TC et C lors de la phase préactive. Toutefois, lors de la phase active, il est possible d'observer une recrudescence de ses connaissances puisqu'elle opte pour un enseignement plus traditionnel des S&T en étant soutenue par son TNI. Ce dernier ayant un pavé tactile dysfonctionnel, elle a dû demeurer derrière son ordinateur portable pour soutenir son enseignement et manipuler les objets à l'écran. Quant à la phase postactive, elle est marquée par l'absence de manifestations de connaissances TC et C. Les propos de la participante se sont plutôt inscrits dans les liens entre les stratégies pédagogiques mobilisées en classe et les contenus disciplinaires à enseigner (connaissances PC). La fin de la séquence d'enseignement a été marquée par la manifestation de connaissances TP. En effet, la participante a réalisé une plénière autour de la perception des élèves à l'égard de l'apport des outils numériques. Au final, Alice explique qu'une meilleure appropriation des outils numériques par les élèves serait à envisager, notamment via une formation en lien avec les compétences informationnelles et les fonctionnalités des divers logiciels de bureautique.

4.5 Luc

4.5.1 Profil de l'enseignant et éléments contextuels

Luc est un enseignant de deuxième année du deuxième cycle auprès de 18 élèves dans une école de plus de 200 élèves au sein du Centre de services scolaire du Chemin-du-Roy en Mauricie. Âgé dans la trentaine, Luc possède cinq ans d'expérience en enseignement et il exploite les outils numériques depuis environ quatre ans. À l'intérieur de son école, il a accès à divers outils numériques, dont un ordinateur portable, un laboratoire informatique, un TNI, un numériseur, une caméra ainsi qu'au réseau Internet sans-fil.

Luc évalue ses compétences en lien avec l'utilisation des outils numériques comme étant moyennes. Du côté de sa perception de ses compétences dans l'enseignement des S&T, il les situe comme étant bonnes. Il indique exploiter les outils numériques dans l'enseignement des S&T moins d'une heure par semaine en planifiant et en préparant celui-ci, en consultant des sites proposant des activités et des scénarios pédagogiques en S&T, en trouvant de l'information et en utilisant divers logiciels. En classe, il adopte comme approches pédagogiques l'enseignement en grand groupe ainsi que le travail en projet.

4.5.2 Résumé de la séquence d'enseignement étudiée

Lors de sa séquence d'enseignement, Luc avait comme intention de travailler avec ses élèves la démarche de conception technologique dans le cadre d'un projet intitulé : « La

bébitte mécanique ». L'objectif était que chaque élève construise un prototype similaire à un insecte qui fonctionne à partir de mécanismes précis. Luc a planifié quatre périodes d'une heure sur trois semaines (23 mai 2018 – une période; 29 mai 2018 – une période; 6 juin 2018 – une période; 14 juin 2018 – une période).

Sa planification comprenait trois étapes. La première était l'enseignement théorique de divers mécanismes (bielle et vilebrequin) permettant d'illustrer le mouvement. À ce moment, des explications par rapport à la démarche de conception technologique ont été données aux élèves afin de les pister sur les différentes étapes. La deuxième étape concernait la mise en œuvre de la démarche de conception technologique par les élèves. À cette étape, ces derniers étaient appelés à construire leur « bébitte mécanique » à partir des éléments prescrits par l'enseignant (démarche de conception technologique, mécanisme, esthétisme). Chaque élève devait utiliser des matériaux spécifiques pour construire leur produit : berlingot de lait et trombones. Enfin, lors de la troisième étape, il s'agissait pour les élèves d'analyser le fonctionnement de leur produit à partir de critères discutés par l'ensemble du groupe. Différentes erreurs ont émergé et ont fait l'objet d'échanges en plénière. À certains moments lors de la séquence d'enseignement, Luc a utilisé le TNI, ActivInspire, un appareil photo, Word et PowerPoint. La collecte de données a reposé sur deux entrevues (initiale et finale) ainsi que sur quatre périodes d'observation.

4.5.3 Phase préactive

La figure 4.13 de la page suivante illustre une synthèse des manifestations de connaissances mobilisées par Luc lors de la phase préactive. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l'aide d'exemples et de verbatims.

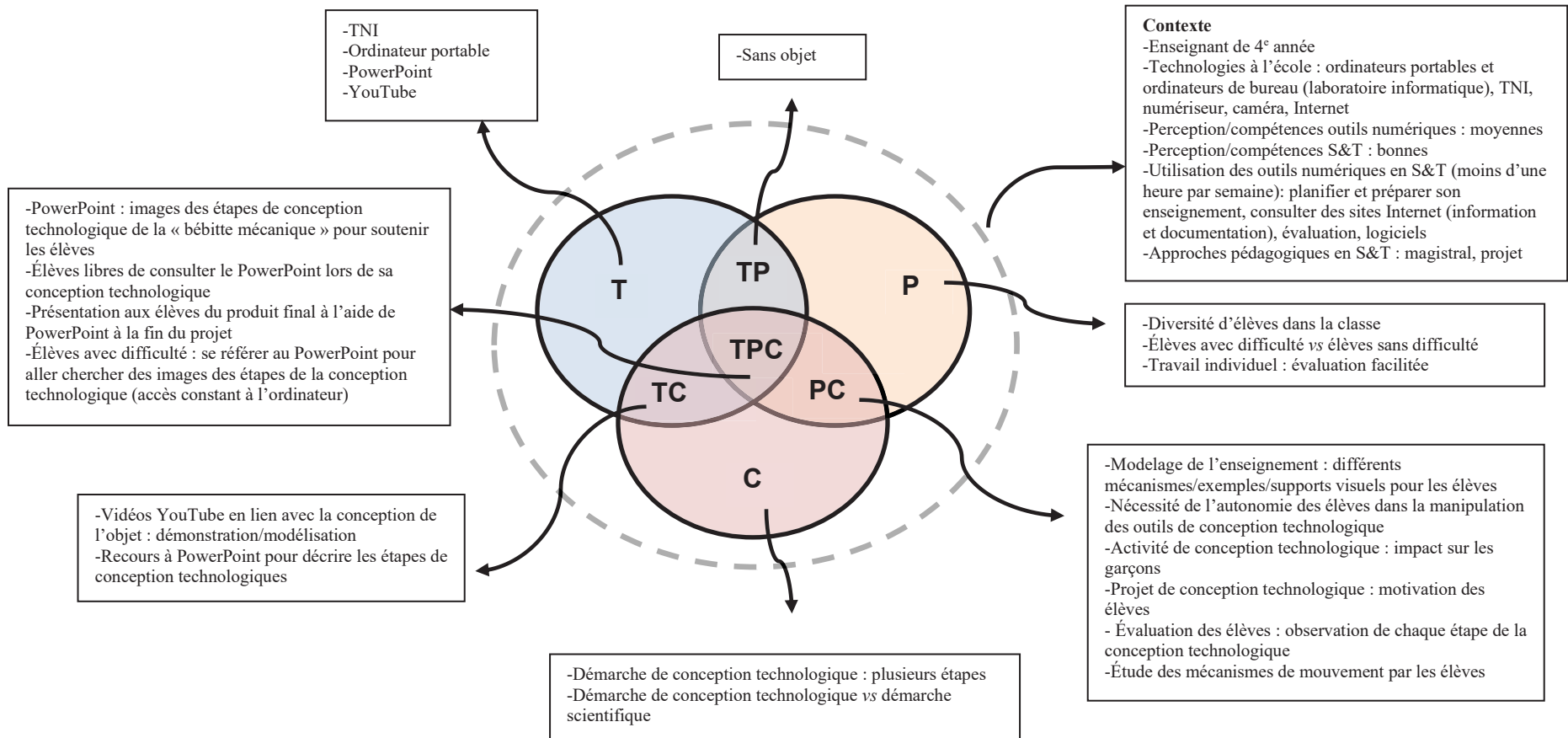


Figure 4.13 : Portrait des connaissances mobilisées par Luc à la phase préactive

Durant l'entrevue initiale, Luc a fait état de sa planification ainsi que de ses intentions pédagogiques. Bien qu'il y ait eu l'émergence de connaissances **T** et **P**, leur interrelation **TP** n'a pas été identifiée. D'autres connaissances se sont manifestées et ont été catégorisées en fonction du modèle TPaCK présenté à la figure 4.13. Au fil de l'échange, l'enseignant témoigne de **connaissances T** en dressant la liste des outils numériques qu'il utilisera avec ses élèves. Parmi ceux-ci, il identifie le TNI, l'ordinateur portable, le logiciel PowerPoint ainsi que la plateforme YouTube.

Les propos de Luc font ressortir des **connaissances TC** lorsqu'il explique comment les outils numériques vont soutenir son enseignement. Afin de procéder à la présentation du projet, il compte s'appuyer d'une présentation réalisée à l'aide du logiciel PowerPoint. Celle-ci comprend des images des différentes étapes de conception de l'objet technologique (« bébitte mécanique »). Bien que Luc caractérise ces images comme étant pertinentes, il pense que de présenter des vidéos avec des gens qui manipulent et qui démontrent les différentes étapes de conception de l'objet technologique pourrait s'avérer bénéfique lors de ses explications. Ainsi, à partir de la plateforme YouTube, il montrera les étapes de conception du projet. Luc décrit ces étapes comme étant diverses manipulations exécutées par d'autres enseignants. Comme il le mentionne, les gens qui ont conçu le projet ont déposé des vidéos accessibles sur la plateforme pour soutenir les enseignants dans leur appropriation.

Luc mobilise aussi des connaissances **TPC** en expliquant que ses élèves auront besoin d'un support visuel numérique pour réaliser le projet (PowerPoint). Ce support numérique comprendra la démarche pour concevoir le projet ainsi que des images de chaque étape de la conception technologique, comme en témoigne cet extrait :

Dans le PowerPoint il y a des photos, des images, du texte et des vidéos. Il y a aussi d'autres pages qui sont destinées à l'enseignant et aux élèves, notamment par rapport aux marches à suivre. Quand je serai rendu à ces

étapes, je pourrai par exemple afficher la marche à suivre grâce au projecteur du TNI. (Luc, PRL271)

L'enseignant tient à préciser que lorsque les élèves vont concevoir leur « bébitte mécanique », ils pourront consulter librement les pages du PowerPoint afin d'observer les modalités inhérentes à chaque étape de la conception. Luc souhaite que ses élèves puissent être autonomes durant la conception en ayant comme réflexe de se débrouiller seuls à partir des ressources qu'il aura fournies. L'extrait suivant illustre son idée :

L'élève sera libre de venir le consulter [le PowerPoint] à son besoin. Je laisse la souris disponible et l'élève peut se déplacer dans le document pour dire : « j'ai un tel problème par exemple à l'étape 4 je vais aller voir la photo de l'étape 4 puis je vais essayer de me dépanner avec ça ». (Luc, PRL276)

Même s'il prévoit que les élèves puissent se référer au diaporama pour aller chercher des images des étapes de la conception technologique, il estime tout de même que le recours aux outils numériques se fera davantage en début et en fin de projet, comme il l'explique ici : « *Je vais utiliser l'ordinateur, le projecteur, le TNI en début de projet. C'est là que ça va être le plus pertinent.* » (Luc, PRL367) Pour la présentation des prototypes finaux, Luc pense projeter au TNI des images, sans toutefois confirmer que cette activité se réalisera nécessairement. Pendant la construction des « bébittes mécaniques » par les élèves, Luc mentionne qu'il mobilisera d'autres stratégies d'enseignement qui comprendront peu ou pas d'outils numériques, comme en témoigne cet extrait : « *L'outil numérique je vais l'utiliser au moment opportun. Ce sera un support. Si j'en n'ai plus besoin, je mobiliserai d'autres stratégies d'enseignement avec les élèves.* » (Luc, PRL393)

En traitant des autres stratégies d'enseignement, Luc a mobilisé des **connaissances PC**. Il compte faire du modelage en montrant aux élèves différents mécanismes (exemples de conception technologique) conçus par lui-même. Son objectif est de permettre aux

élèves d'observer les modèles et d'analyser leur fonctionnement. Il désire que ses élèves développent des méthodes de travail efficaces tout en étant autonomes, en leur laissant analyser les éléments qui composent chaque mécanisme et leur mouvement. L'extrait suivant témoigne de l'importance qu'accorde Luc au développement de l'autonomie chez l'élève à l'intérieur de ce projet de conception technologique : « *En ayant un support visuel, on développe l'autonomie des enfants. C'est un apprentissage au niveau du projet. Développer l'autonomie, c'est dans notre projet éducatif ici à l'école.* » (Luc, PRL258)

L'enseignant discute aussi de l'impact qu'aura ce projet sur les élèves, notamment sur les garçons. Il croit que cette activité de conception technologique bonifiera la motivation des garçons. Même s'il s'agit d'une activité à réaliser individuellement, il pense que le projet sera rassembleur et qu'il ciblera les intérêts de tous et chacun. Comme il le justifie dans l'extrait suivant, le choix de faire travailler les élèves individuellement n'est pas anodin :

Les autres projets étaient en équipe avec parfois du succès et parfois avec moins de succès. En équipe parfois, si on n'a pas une surveillance accrue, on va voir des élèves qui travaillent un peu plus ou un peu moins que les autres. Là, je vais m'assurer que chacun puisse travailler. Ça va faciliter l'évaluation de leur conception aussi. (Luc, PRL190)

Luc traite de la façon dont il va évaluer le projet technologique. Il dresse quelques critères qui lui permettront de juger de la progression des élèves. L'extrait suivant résume les propos de l'enseignant à ce sujet :

Je vais évaluer son utilisation du matériel. L'idée de l'objet qu'il veut faire ensuite. Je vais pouvoir observer la conception. Aussi, l'utilisation sécuritaire des outils : est-ce qu'il respecte sa planification? Par la suite, je vais être en mesure d'évaluer son analyse. À la fin de la conception, est-ce qu'il a réussi le défi? Est-ce qu'il a réussi à construire l'objet? Puis, est-ce que l'élève amène des observations pertinentes sur sa construction et

est-ce qu'on observe des défauts, des qualités qu'il est capable d'expliquer à partir de ses observations et d'exemples concrets? (Luc, PRL055)

Luc répète que les élèves seront constamment en action dans le projet et qu'ils devront manipuler. Il emploie le terme « main à la pâte » pour illustrer son propos. Pour assurer une évaluation continue du projet, il prévoit consigner des notes d'observation dans un journal de bord.

Par ailleurs, il découle de l'entrevue des **connaissances P** lorsque Luc traite plus spécifiquement de ses élèves, notamment par rapport à leurs caractéristiques ainsi qu'à leur diversité. Il les décrit comme étant diversifiés du point de vue de leurs résultats académiques. Il explique avoir des élèves ayant beaucoup de facilité et des élèves éprouvant de très grandes difficultés. Comme Luc l'a mentionné, il essaie d'aider les élèves plus en retard et plus en difficulté au détriment parfois de ceux qui ont plus de facilité. Devant cette situation, le choix de faire travailler les élèves individuellement apparaît pour Luc comme étant une solution à l'intervention différenciée. Qui plus est, il croit que son évaluation en sera facilitée puisqu'il pourra porter un jugement sur la progression de chaque élève.

Enfin, les propos de Luc font état de **connaissances C**. En effet, il prend le temps de définir ce qu'est pour lui la démarche de conception technologique en expliquant qu'il s'agit essentiellement de la fabrication d'un objet. Il introduit le concept d'analyse de l'objet comme étant une étape importante dans la fabrication de ce dernier. Cette analyse permet d'identifier de potentielles erreurs de conception menant à la modification du prototype. L'enseignant fait une brève comparaison de cette démarche avec la démarche scientifique en expliquant que bien qu'il y ait des similitudes en lien avec des étapes à suivre, il demeure que les finalités sont fort différentes.

4.5.4 Phase active

La figure 4.14 de la page suivante illustre une synthèse des manifestations des connaissances mobilisées par Luc lors de la phase active. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l'aide d'exemples.

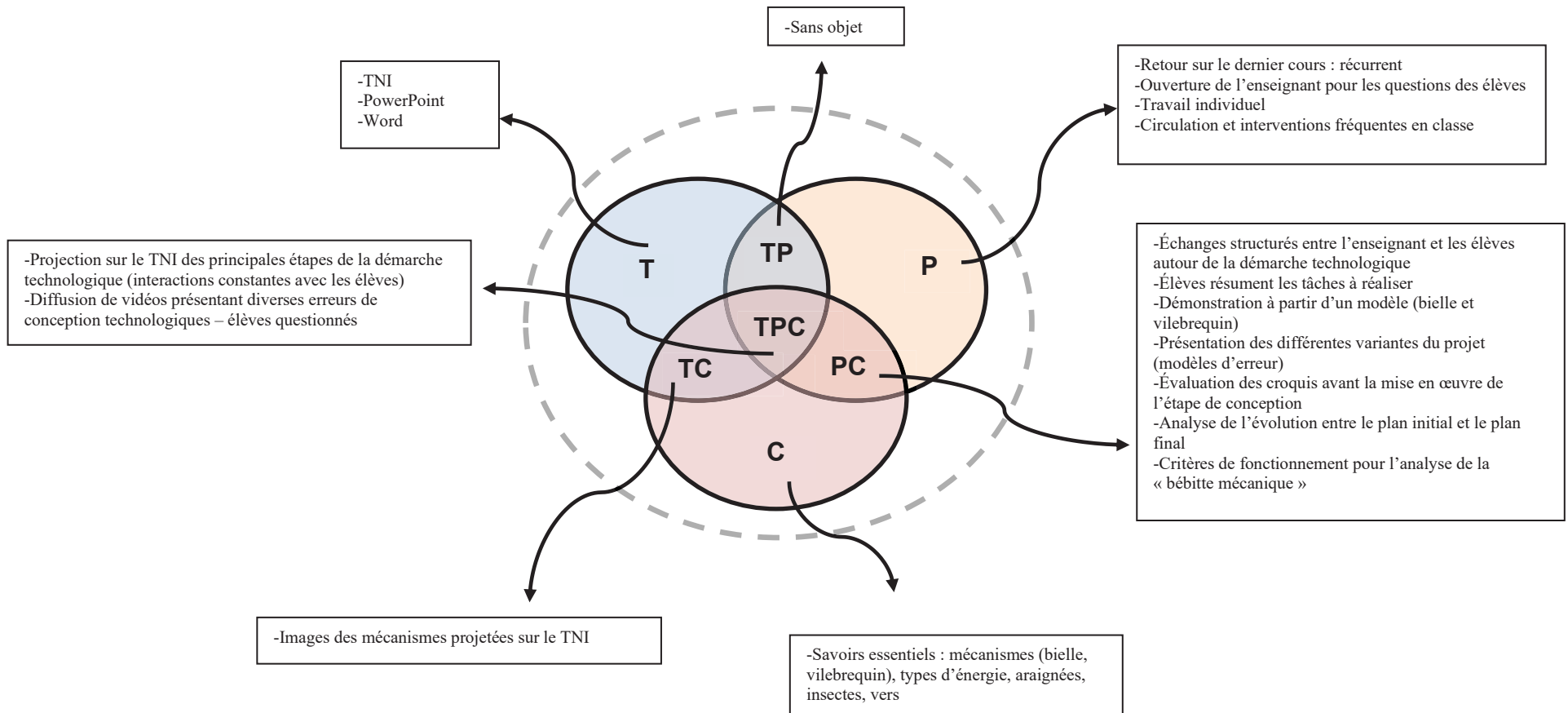


Figure 4.14: Portrait des connaissances mobilisées par Luc à la phase active

Les périodes d'observation en classe ont permis au doctorant d'identifier des connaissances mobilisées par l'enseignant, comme présenté à la figure 4.14. Parmi les connaissances identifiées, aucune ne s'est catégorisée dans l'interrelation **TP**. Luc a manifesté des **connaissances T** lorsqu'il a utilisé le TNI. En effet, il s'est servi du tableau pour projeter un diaporama conçu à l'aide de PowerPoint. Afin d'interagir avec le TNI, il a fait usage du styler. Par ailleurs, il a présenté un document Word à l'écran. Essentiellement, le TNI a été un outil de projection.

En se servant du TNI pour projeter un document de travail, Luc a mobilisé des **connaissances TC**. Il a soutenu ses explications à l'aide de ce document. Le diaporama comprenait des images qui l'orientaient dans l'explication des caractéristiques propres à chaque mécanisme (bielle et vilebrequin).

L'utilisation du TNI n'a toutefois pas seulement servi à Luc. En effet, ce dernier a manifesté des **connaissances TPC** en projetant au TNI les principales étapes de la conception de l'objet. Son objectif était que les élèves puissent être constamment en interaction avec les consignes afin de respecter la démarche technologique prescrite. Malgré cette volonté d'arrimer les actions des élèves avec les consignes, les élèves se sont peu ou pas référés à celles projetées au tableau. Par ailleurs, Luc a présenté diverses vidéos montrant des erreurs de conception technologique afin de leur faire prendre conscience de certains pièges. Tout au long de cette présentation, Luc a questionné les élèves et a souhaité qu'ils identifient les anomalies diffusées dans les vidéos. Les élèves ont ainsi pu poursuivre leur projet en ayant en tête des exemples d'erreurs à éviter.

Au cœur des activités, Luc a mobilisé davantage de **connaissances PC**. Plusieurs échanges entre les élèves et l'enseignant ont eu lieu autour de la démarche technologique. Ses interventions auprès des élèves étaient sous la forme de questions leur permettant de réfléchir, notamment lorsque la conception de la « bébitte

mécanique » démontrait des lacunes. À quelques reprises, Luc a exigé de certains élèves qu'ils résumant les tâches à réaliser afin de s'assurer de suivre les étapes de la démarche technologique. C'était une stratégie pédagogique qu'il choisissait pour observer le cheminement des élèves.

Luc est venu en soutien aux élèves tout au long du projet en faisant une démonstration à partir de vrais modèles de « bébittes mécaniques » qu'il a conçus lui-même. Son objectif était de présenter différentes variantes du projet (modèles d'erreur). Il a spécifié aux élèves qu'ils pouvaient manipuler ces modèles et observer leurs caractéristiques afin de ne pas répéter les erreurs.

Hormis les rétroactions individuelles lors de la conception technologique que l'enseignant a effectuées auprès des élèves, ce dernier a aussi compilé des observations dans un journal de bord afin de porter un éventuel jugement sur la progression des élèves. Parmi ces observations, il y avait notamment l'évaluation des croquis venant tout juste avant la mise en œuvre des étapes de conception. Aussi, Luc semble avoir porté un jugement sur l'évolution du projet à partir des plans initial et final de chaque élève. Bien qu'il ait indiqué aux élèves de bonifier l'esthétisme de leur « bébête mécanique », il a tout de même précisé que ses critères d'évaluation concernaient davantage le fonctionnement des mécanismes.

Par ailleurs, quelques **connaissances P** ont émergé durant la séquence d'enseignement avec les élèves. Luc a adopté l'habitude de revenir sur le cours précédent afin de permettre aux élèves de poser des questions ou d'indiquer là où ils sont rendus dans le projet. L'enseignant était très réceptif aux questions et s'est assuré de répondre à chacune d'elles en circulant dans la classe et en intervenant aux moments opportuns. Puisque les questions étaient nombreuses et que les élèves travaillaient individuellement, cela a monopolisé plusieurs minutes à chaque début de période. À la suite de ce retour, les élèves devenaient actifs et Luc intervenait fréquemment auprès

d'eux. Il prenait beaucoup de notes dans son journal de bord pour consigner ses observations.

Lors de la première période, Luc a démontré ses **connaissances C**. En effet, il a enseigné du contenu relié à des savoirs essentiels prescrits dans le programme. Il y avait les mécanismes (bielle et vilebrequin), les types d'énergies, les araignées, les insectes et les vers. Puisque la thématique du projet s'intitulait « bébête mécanique », Luc a souhaité distinguer les caractéristiques de différentes espèces animales. Dans ce cas-ci, les caractéristiques de l'insecte ont été retenues dans le cadre de la conception technologique.

4.5.5 Phase postactive

La figure 4.15 de la page suivante illustre une synthèse des manifestations des connaissances mobilisées par Luc lors de la phase postactive. Les prochains paragraphes détaillent chaque connaissance à l'aide d'exemples et de verbatims.

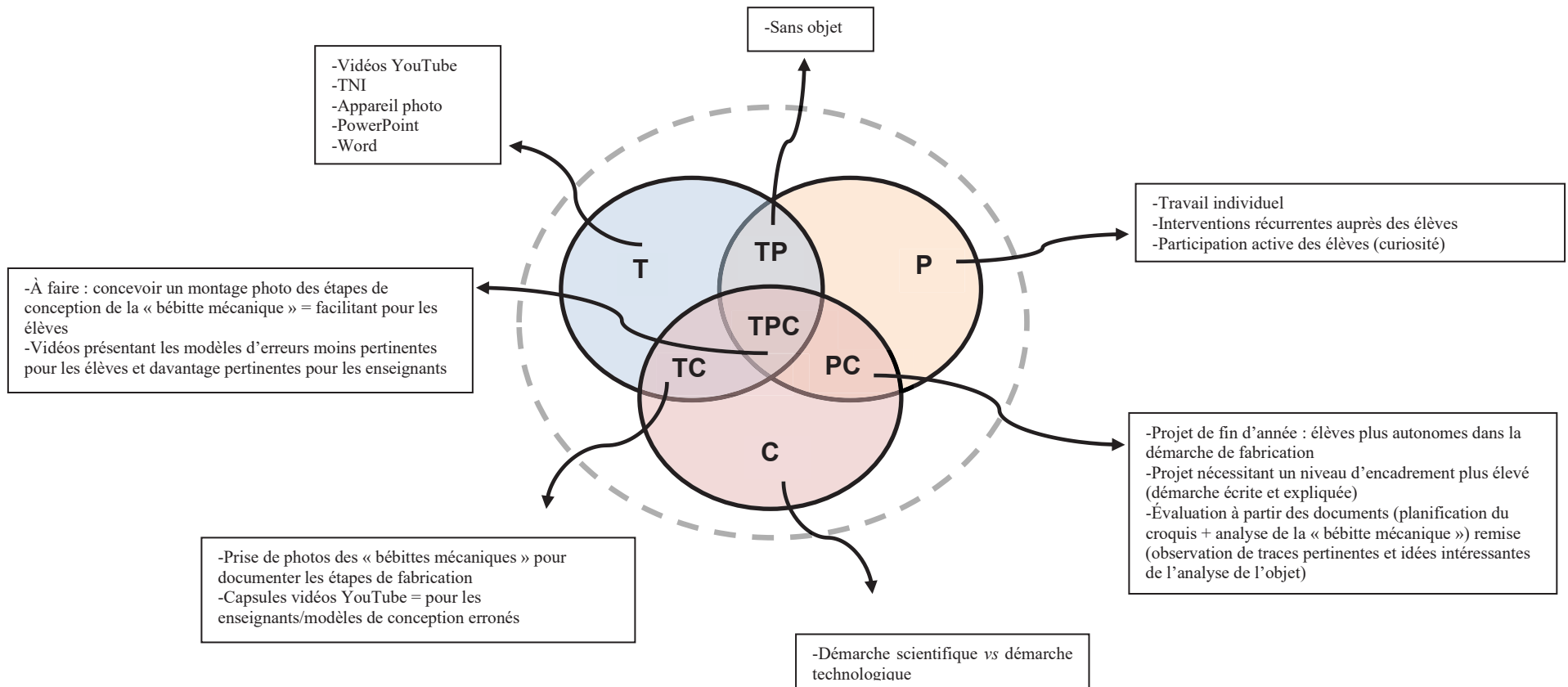


Figure 4.15 : Portrait des connaissances mobilisées par Luc à la phase postactive

Lors de l'entrevue finale, diverses connaissances se sont manifestées et ont été catégorisées, comme le montre la figure 4.15. Hormis les connaissances TP, toutes les autres connaissances ont été mobilisées par l'enseignant. Pendant l'échange, Luc a eu l'occasion de résumer l'exploitation qu'il a faite des outils numériques dans sa classe et il a mobilisé des **connaissances T**. Il revient avec le recours au TNI et plus spécifiquement avec les logiciels PowerPoint et Word. Il explique s'en être servi comme plateformes de projection sans pour autant interagir avec. Luc ajoute que l'utilisation des vidéos YouTube était une bonne idée dans la mesure où elles étaient bien vulgarisées. Cependant, il indique que l'utilisation de l'appareil photo pour capturer des moments pourrait s'avérer davantage pertinente.

Luc a manifesté des **connaissances TC** en faisant des liens entre la prise de photos et les étapes de fabrication des « bébittes mécaniques ». Il pense que de documenter lui-même les étapes de fabrication pourrait s'avérer plus bénéfique lors de la présentation des consignes du travail. En mettant en parallèle chaque étape avec une photo du moment de la conception permettrait, selon lui, de mieux le soutenir dans l'explication de la démarche technologique. Il s'est rendu compte que bien qu'intéressantes, les vidéos illustrant des modèles de conception erronés et provenant de la plateforme YouTube étaient davantage destinées aux enseignants, comme en témoigne cet extrait : *« Dans ma tête, les vidéos étaient pertinentes. Quand je les ai regardées, j'ai vite compris qu'elles s'adressaient plus aux enseignants. »* (Luc, POL055)

En traitant de son projet de concevoir un montage photo documentant les étapes de conception de la « bébittes mécanique » pour les élèves, Luc a mobilisé quelques **connaissances TPC**. Argumentant le fait que les vidéos aient été davantage destinées aux enseignants, il explique à travers l'extrait suivant vouloir fonctionner différemment l'an prochain : *« D'ailleurs, à la suite de cette déception-là, j'ai déjà planifié pour l'année prochaine avec des photos pour les différentes étapes afin que ce soit beaucoup plus facilitant pour les élèves. »* (Luc, POL010)

Luc se dit déçu de son utilisation des outils numériques en classe. Il attribue cela à sa planification qu'il aurait dû mieux réviser, comme en témoigne l'extrait suivant : « *Pour ce qui est de l'utilisation des technologies, je suis un peu déçu. Je m'attendais à ce que ça soit plus aidant dans la marche à suivre, dans les modèles à faire.* » (Luc, POL008)

Il rajoute :

J'ai mal planifié, je pense, parce que j'aurais dû regarder comme il faut le document. J'étais convaincu que j'avais les photos des étapes. Je pense que c'est une question de planification. Avoir pris plus de temps pour planifier et regarder comme il faut chacune des étapes du déroulement, j'aurais pu me rendre compte qu'il n'y avait pas les photos ni les vidéos que je voulais présenter comme modèle. (Luc, POL037)

Luc poursuit la discussion en tentant de différencier l'utilisation des outils numériques (vidéos YouTube) pour illustrer des modèles d'erreur ou de réels modèles que les élèves pourraient manipuler et analyser. Il mentionne que lorsqu'il a la chance d'avoir quelque chose de concret, par exemple, un objet à prendre et tangible, il est convaincu que c'est la meilleure option pour les élèves. Il pense à ceux qui, derrière la classe, pourraient ne pas bien observer les subtilités et les caractéristiques de ces modèles projetés à l'écran. Dans la mesure où Luc désire que tous les élèves soient impliqués activement dans la tâche, il croit que la création de petits modèles combinée à un montage photo qui documente chacune des étapes de la conception technologique s'avèrerait bénéfique tant pour lui-même que pour tous les élèves.

Les propos de Luc font émerger d'autres types de connaissances qui n'impliquent pas les outils numériques. Lors de la discussion, il a manifesté des **connaissances PC**. Il a fait des liens entre le moment de réalisation du projet ainsi que la participation des élèves. Puisque la conception des « bébittes mécaniques » nécessite des élèves un bon degré d'autonomie, Luc réalise le projet en fin d'année scolaire. Il explique que les

élèves commencent à mieux comprendre les plans de conception et qu'en général, plusieurs d'entre eux étaient en mesure de transférer leur expérience des réalisations passées. L'extrait suivant témoigne de ses propos :

Je dis souvent à mes élèves en mai ou en juin qu'ils sont rendus en 5^e année. Je pense que ce qui a aidé c'est que ça a été le troisième projet de démarche de fabrication. Ils commençaient à comprendre le principe et où ils s'en allaient avec les plans. Ils avaient une certaine expérience. C'est sûr que j'ai dû intervenir avec certains élèves qui avaient peu d'autonomie, mais en règle générale je pense que le projet a été bien aimé par les enfants et que cela a suscité leur participation et leur investissement. (Luc, POL106)

En référence à l'autonomie, Luc ajoute que même si les démarches ont été clairement écrites et clairement expliquées, il demeure qu'il a été important de ne pas trop laisser aller les élèves. Il évoque avoir maintenu un bon niveau d'encadrement dans le cadre de ce projet de conception technologique.

Luc a glissé quelques mots sur l'évaluation. Il précise qu'elle a reposé essentiellement sur les documents remis par les élèves. Ces documents comprenaient le croquis illustré par les élèves ainsi que les résultats de l'analyse du fonctionnement de leur « bébête mécanique ». Toutefois, il explique aussi avoir eu recours à ses notes prises sur le terrain à partir de ses observations; notes qui concernaient le fonctionnement global de chaque élève, son comportement, ses interactions avec les autres élèves ainsi qu'avec les outils. Pour évaluer le fonctionnement du produit lui-même, il a testé les « bébêtes mécaniques » et a pris une photo de chaque modèle afin de documenter son évaluation des compétences des élèves.

Durant l'entrevue, Luc a aussi manifesté des **connaissances P** en ciblant les principales stratégies pédagogiques qu'il a choisies pour l'activité. Parmi celles-ci, il identifie le travail individuel, des interventions fréquentes auprès de ses élèves (gestion de classe),

et la participation active des élèves dans le cadre d'un projet. Il pense avoir permis aux élèves d'exprimer leur créativité en leur donnant une liberté de création et de réflexion. Selon Luc, ces stratégies ont permis aux enfants de pleinement s'investir dans la tâche. Enfin, il s'est dégagé des propos de Luc des **connaissances C**. Ce dernier a pris quelques minutes pour définir ce qu'était la démarche technologique, au sens où le prescrit le PFEQ. L'extrait suivant témoigne de sa compréhension de la démarche :

Ça ressemble à la démarche scientifique. Je trouve qu'il y a beaucoup de similitudes. Cela commence avec un problème, un défi, un objectif. Pour régler ce problème ou répondre à cet objectif, on se pose la question : comment je vais y arriver? Par la suite, la planification du matériel, ce que je vais utiliser. Ensuite, j'ai demandé aux enfants un croquis. Lorsque la planification est terminée, on rentre dans la fabrication. Par la suite, on analyse notre produit et on répond à la question de départ, le défi du départ. Dans l'ensemble je pense que j'ai respecté cette démarche dans le projet. (Luc, POL087)

4.5.6 Synthèse des résultats pour Luc

Enseignant en 4^e dans une classe de 18 élèves, Luc pratique depuis plus de cinq et exploite les outils numériques depuis plus de quatre ans. Il évalue son sentiment de compétences à l'égard de l'exploitation des outils numériques comme étant « moyen ». Pour l'enseignement des S&T, il évalue son sentiment de compétences comme étant « bon ». Dès la phase préactive, Luc fait plusieurs liens entre l'enseignement des savoirs essentiels et les stratégies pédagogiques qu'il souhaite mobiliser à partir des outils numériques, d'où la manifestation de connaissances TPC. Il projette en effet de permettre aux élèves de s'appuyer sur des outils numériques pour mieux comprendre les savoirs essentiels à l'étude dans le cadre de la démarche technologique envisagée. Or, il est constaté, à la phase active de l'enseignement, que la planification de Luc par rapport à l'exploitation des outils numériques n'est pas en adéquation avec ses intentions pédagogiques. Plusieurs connaissances PC se sont manifestées lors de cette

phase, puisque l'appareillage technologique a peu soutenu l'enseignement et les apprentissages. À la phase postactive, Luc précise qu'en cours de route, il a remis en question la pertinence de l'apport des outils numériques, notamment au regard du contenu à diffuser. Malgré tout, ses propos ont tout de même manifesté des connaissances TPC dans la mesure où il a expliqué comment il pourrait bonifier l'apport des outils numériques dans le cadre de cette activité afin de mieux soutenir son enseignement et les apprentissages.

4.6 Synthèse des résultats

Ce chapitre avait pour objectif de cerner, tout d'abord, le profil de chaque participant. À partir d'un questionnaire en ligne, le doctorant a pu accéder à ces données et ainsi produire état de chacun des profils. Par la suite, un résumé de la séquence d'enseignement a été présenté afin de mieux comprendre ce qui a été abordé par les enseignants. Enfin, dans la dernière partie, chaque phase de l'enseignement a été exposée, et ce, au regard des connaissances mobilisées par les enseignants. Pour mieux illustrer les manifestations de connaissances issues du modèle TPaCK, des schémas ont été produits pour chaque phase de l'enseignement et pour chaque participant.

Malgré des thématiques différentes abordées en S&T par chaque participant, il demeure que certains résultats se recoupent, notamment par rapport à la mobilisation de certains types de connaissances du modèle TPaCK. De même, il ressort aussi des différences par rapport aux résultats obtenus. Le prochain chapitre permet d'expliquer et de mieux comprendre ces résultats en croisant les connaissances mobilisées pour chacune des phases de l'enseignement. Diverses pistes d'explication sont suggérées afin de répondre aux objectifs de cette présente recherche.

CHAPITRE V

DISCUSSION

Ce chapitre débute par la mise en lumière des principaux résultats pour chaque phase de l'enseignement. Il est rédigé en mettant en tension les résultats avec les écrits consultés, lesquels sont pertinents et contemporains au regard de l'objet de recherche. En vue de mieux comprendre ces résultats, diverses pistes d'explications sont proposées tout au long des sections. Cette partie de la discussion correspond à la réponse aux trois premiers objectifs de la thèse. Par la suite, la dernière section de ce chapitre vise à dégager des liens entre les connaissances mobilisées et les pratiques d'enseignement dans un contexte d'exploitation des outils numériques en S&T. D'autres pistes d'explications sont ainsi proposées et permettent de répondre au quatrième objectif de cette thèse.

5.1 Connaissances mobilisées à la phase préactive

Le premier objectif de cette thèse vise à identifier et décrire, à la phase préactive, les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement au niveau primaire dans un contexte d'exploitation d'outils numériques en S&T. Cette phase a constitué un moment propice chez l'ensemble des participants pour tisser des liens entre le choix des outils numériques et l'enseignement des S&T dans leur planification. Ces liens ont fait émerger des réflexions menant les participants à cibler les apports des outils numériques sélectionnés, et ce, tant pour leur enseignement que pour les apprentissages de leurs élèves. Les résultats issus de cette phase mettent en évidence que plusieurs connaissances technopédagogiques axées sur l'enseignement des S&T (**connaissances**

TPC) sont mobilisées lors de la planification. Ce constat est appuyé à partir des trois axes émergents, tels qu'illustrés à la figure 5.1 : la planification de diverses stratégies pédagogiques soutenues à l'aide d'outils numériques en S&T; la planification de l'utilisation des outils numériques afin de soutenir la motivation, l'attention et l'intérêt des élèves en S&T; et la planification de la mise en œuvre de démarches en didactique des S&T dans un contexte d'exploitation des outils numériques.

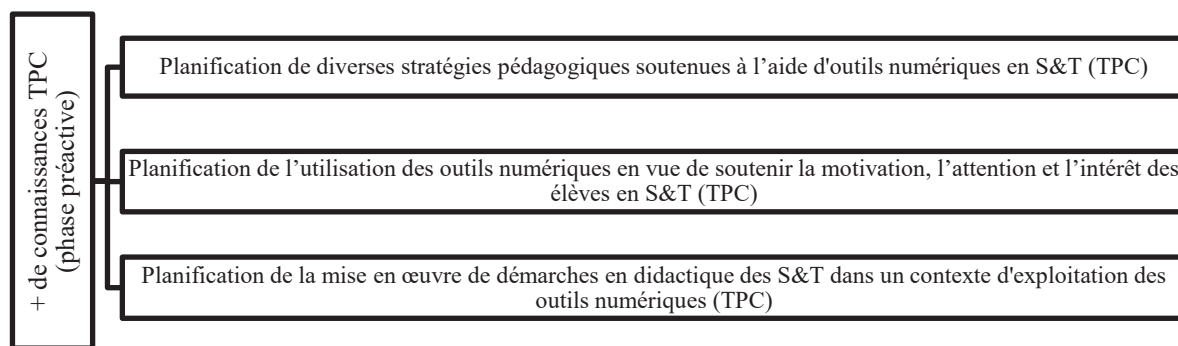


Figure 5.1 : Pratiques d'enseignement découlant d'une manifestation accrue des connaissances TPC dans la phase préactive

5.1.1 Planification de diverses stratégies pédagogiques soutenues à l'aide d'outils numériques en S&T

La mobilisation accrue des connaissances technopédagogiques axées sur l'enseignement des S&T (**connaissances TPC**) a été importante pour l'ensemble des participants durant la phase de planification. Des liens étroits entre les outils numériques et les apports pédagogiques ont été ciblés par les enseignants pour l'enseignement des savoirs essentiels en S&T. Pour les enseignants participants, il s'est avéré que la planification d'une recherche d'information provenant d'Internet permettait de mieux soutenir l'enseignement et les apprentissages des S&T. Bien que

cette stratégie d'enseignement ressorte dans leurs propos, certaines variantes ont émergé. Du côté de Julie, la recherche sur Internet s'est inscrite dans le cadre d'une démarche scientifique dans laquelle les élèves devaient répondre à des hypothèses en allant naviguer sur Internet. Pour Manon, la recherche sur Internet s'est effectuée en amont de l'activité par elle-même afin de projeter au TNI des vidéos portant sur les cinq sens provenant de la plateforme en ligne YouTube. Dans la classe de Line, la recherche d'information sur Internet s'est plutôt inscrite dans une démarche d'investigation où les élèves étaient appelés à définir divers termes associés à la robotique. Quant à Alice, elle a planifié de permettre à ses élèves de recourir au iPad et au laboratoire informatique pour procéder à l'identification des arbres à partir d'Internet. Pour sa part, Luc a souhaité inviter les élèves à recourir à un support de présentation comme PowerPoint disponible sur son TNI plutôt que d'utiliser Internet. Ce dernier contenait certaines informations susceptibles de soutenir la compréhension des élèves relativement à la construction de leur prototype.

Des études indiquent qu'il est important, dès la planification, de cibler l'apport pédagogique de l'exploitation en classe des outils numériques (Mulet et al., 2019) pour soutenir l'enseignement et les apprentissages des S&T (Töman et al., 2013). Cette réflexion quant à l'exploitation des outils numériques apparaît comme étant un vecteur important dans l'accès aux savoirs en S&T (Töman et al., 2013). Cela est corroboré par Mulet et al. (2019), qui relèvent qu'une intégration réussie des outils numériques et l'atteinte des intentions pédagogiques passent notamment par une réflexion de l'exploitation de ces outils dans la discipline enseignée. La présente recherche est en adéquation avec ces conclusions, dans la mesure où l'exercice de réflexion autour de la planification lors de l'entrevue préactive a mené les enseignants à traiter de leurs intentions pédagogiques et de l'exploitation des outils numériques pour enseigner les S&T. Les propos des participants ont fait émerger plusieurs connaissances liées aux modalités didactiques et pédagogiques envisagées dans un contexte qui intègre des outils numériques. Cela peut s'expliquer par le fait qu'ils sont d'abord des pédagogues

et qu'ils sont déjà habitués de planifier leur enseignement à l'intérieur d'une séquence d'enseignement et d'apprentissage qui met l'accent sur la recherche d'information. Il n'est donc pas étonnant que les résultats mettent en évidence, dès la phase préactive, plusieurs **connaissances TPC**.

5.1.2 Planification de l'utilisation du numérique en vue de soutenir la motivation, l'attention et l'intérêt des élèves en S&T

Les résultats ont aussi fait état de **connaissances TPC** lorsque les participants ont planifié l'exploitation des outils numériques pour enseigner les S&T en faisant des liens avec la motivation, l'attention et l'intérêt par rapport à la séquence d'enseignement et d'apprentissage. C'est le cas de Julie, Manon, Line et Alice. Julie a traité de l'intérêt qu'ont les élèves pour la matière enseignée lorsqu'ils sont dans un contexte d'exploitation des outils numériques. Elle a anticipé dans sa planification que l'interaction entre les outils numériques (notamment Google Documents ainsi que Kahoot!) et les élèves permettrait à ces derniers de voir leur intérêt pour la matière s'accroître. Du côté des propos de Manon, il est ressorti que les outils numériques (les vidéos YouTube) soutiennent davantage l'attention des élèves pour l'apprentissage de la matière. Pour ce qui est de la planification de Line, elle a expliqué que la programmation en robotique est un sujet en S&T qui accroît généralement la motivation des élèves. Pour bonifier cette motivation, elle a planifié que chaque élève interagirait dans la construction et dans la programmation des robots à l'aide de l'application Mindstorm. Quant à Alice, elle a mentionné que le simple fait de planifier des séquences d'enseignement et d'apprentissage au laboratoire informatique peut augmenter fortement le niveau de motivation des élèves. Pour favoriser davantage cette motivation, elle a prévu laisser les élèves libres dans la conception de leur projet réalisé à partir de l'ordinateur.

Des études (Kung-Teck et al., 2013; Tavares et al., 2021) témoignent de l'apport des outils numériques pour encourager la motivation, l'attention et l'intérêt des élèves pour les S&T. Ces études expliquent que l'exploitation d'outils numériques peut engendrer des pratiques d'enseignement innovantes qui permettent non seulement d'approfondir des notions en S&T, mais aussi de soutenir l'intérêt et la curiosité des élèves tout au long de la séquence d'enseignement et d'apprentissage. Tout comme dans les études citées précédemment, les résultats obtenus dans la présente recherche témoignent de la préoccupation des enseignants à exploiter, par exemple, des outils de collaboration en ligne, des questionnaires et des vidéos en vue de maintenir l'engagement et la motivation des élèves. Le recours à ces outils numériques n'est pas anodin chez les enseignants et il s'inscrit dans une volonté de favoriser l'apprentissage des élèves dans un contexte d'enseignement des S&T intéressant pour eux. Cet arrimage des **connaissances TPC** peut s'expliquer par le fait que les participants semblent avoir eux-mêmes un grand intérêt pour l'enseignement des S&T. Cet intérêt se traduit dans leurs propos par leur intention de diversifier leurs pratiques afin d'accroître, du même coup, l'intérêt des élèves pour les S&T en passant notamment par l'exploitation des outils numériques. Rappelons qu'un des critères de sélection pour participer à ce projet de recherche consistait à exploiter les outils numériques dans ses pratiques et, plus spécifiquement, dans l'enseignement des S&T. Ce critère peut avoir influencé les résultats liés à l'importance de leur intérêt à l'égard des S&T.

5.1.3 Planification de la mise en œuvre de démarches en didactique des S&T dans un contexte d'exploitation des outils numériques

À la phase de planification, l'ensemble des participants a porté une attention particulière à l'exploitation des outils numériques dans les démarches didactiques à mobiliser lors de l'enseignement d'un ou de savoirs essentiels en S&T. Cela a donné lieu chez les enseignants à une réflexion quant à la mise en œuvre de ces démarches et

à une présence accrue de **connaissances TPC** dans leur propos. Pour Julie et Manon, il était envisagé de mettre en œuvre la démarche scientifique où les élèves ont eu à respecter les étapes de cette démarche. Les deux enseignantes ont procédé sensiblement de la même façon, c'est-à-dire que les élèves ont émis des hypothèses, recherché de l'information, expérimenté, répondu aux hypothèses et proposé une conclusion. Il était prévu pour ces enseignantes que les outils numériques soient exploités afin de faciliter la mise en œuvre de cette démarche en soutenant les élèves à chaque étape. Pour Line et Luc, il s'agissait plutôt de poursuivre une démarche technologique où les élèves devaient obtenir à la fin du projet le produit demandé (soit, respectivement, un robot ainsi qu'une « bébête mécanique »). L'idée de construction technologique a émergé chez les deux enseignants dès la phase de planification. Pour sa part, Alice a plutôt emprunté une étape de la démarche d'investigation (recherche d'information sur Internet).

Les résultats de l'étude de Isik-Ercan et al. (2014) renforcent l'idée de l'importance chez les enseignants de bien connaître les démarches en didactique en vue de favoriser les apprentissages en S&T. Comme l'ajoutent ces auteurs, le fait de penser une démarche didactique au regard des tâches qu'auront à accomplir les élèves mène les enseignants à sélectionner en amont, et de façon judicieuse, les outils numériques. Lors de la phase préactive, les participants ont mobilisé des **connaissances TPC** en relevant des démarches en didactique à mettre en œuvre dans le cadre de leurs séquences d'enseignement, et certains ont arrimé plus spécifiquement les savoirs essentiels à enseigner avec l'exploitation des outils numériques. Les résultats font ressortir trois démarches en didactique employées par les participants : la démarche scientifique, la démarche technologique et la démarche d'investigation. Malgré le fait que les participants aient été en mesure d'identifier ces démarches, il demeure qu'il s'avérait un défi de bien les définir dans un contexte intégrant des outils numériques. Cela peut possiblement s'expliquer par le fait que les enseignants du primaire ne sont pas des spécialistes de la didactique des S&T, mais plutôt des généralistes qui enseignent

plusieurs matières scolaires. Ainsi, pour certains participants, l'arrimage entre les démarches en didactique et les outils numériques était clair, alors que pour d'autres participants, cet arrimage ne se faisait pas aussi facilement. D'ailleurs, cela semble avoir influencé les résultats obtenus lors des périodes d'observation en classe, comme en témoigne la prochaine section portant sur la phase active de l'enseignement.

Outre les éléments explicatifs présentés précédemment, qui témoignent d'une présence accrue de **connaissances TPC** dans la phase préactive, un autre élément d'explication peut amener à mieux comprendre ce constat. En effet, les résultats issus de cette phase proviennent d'une entrevue semi-structurée inspirée du canevas de Harris et al. (2012), qui cherche à faire ressortir les interrelations entre les connaissances pédagogiques, disciplinaires et technologiques dans un contexte d'enseignement d'une discipline. Considérant que les participants ont été interrogés à la lumière de ces interrelations, il est possible que la réflexion des enseignants ait été davantage orientée vers une prise en compte importante des trois types de connaissances issues du modèle TPaCK. Un examen critique du canevas d'entrevue de Harris et al. (2012) amène à penser que des questions plus spécifiques relativement à l'ensemble des connaissances seraient à envisager dans d'éventuelles études.

En résumé, il ressort que les enseignants mobilisent plusieurs connaissances technopédagogiques axées sur l'enseignement des contenus disciplinaires en S&T (**connaissances TPC**) lors de la phase préactive. Il s'agit d'un moment propice pour établir des liens entre ce qu'ils doivent enseigner en S&T, la façon dont ils doivent enseigner ce contenu, et les outils numériques pouvant potentiellement soutenir à la fois l'enseignement et les apprentissages. Dans leur discours, l'arrimage et la mobilisation des trois types de connaissances du modèle TPaCK semblent importants et les amènent à actualiser leur définition du rôle de soutien qu'occuperont les outils numériques dans la séquence d'enseignement.

5.2 Connaissances mobilisées à la phase active

Le deuxième objectif de cette thèse est d'identifier et décrire, à la phase active, les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement au niveau primaire dans un contexte d'exploitation d'outils numériques en S&T. Plusieurs observations réalisées en classe permettent d'expliquer que les enseignants procèdent à une mobilisation diversifiée des **connaissances TPC, TP et TC** selon le participant observé. Ces constats présentés dans la figure 5.2 sont expliqués par les éléments suivants : divers niveaux d'interaction dans les pratiques d'enseignement entre l'enseignant, les élèves, le contenu disciplinaire et les outils numériques; la mobilisation accrue de diverses stratégies pédagogiques dans un contexte d'exploitation des outils numériques; et l'utilisation variable des outils numériques pour soutenir l'enseignement des S&T.

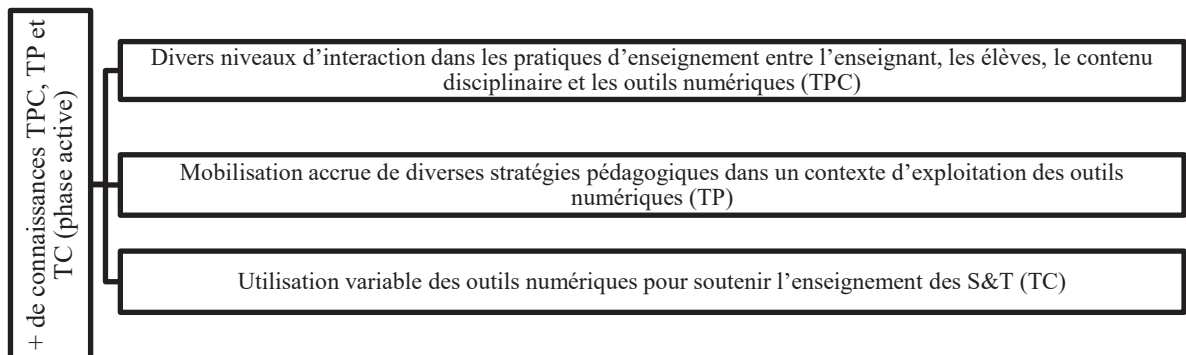


Figure 5.2 : Pratiques d'enseignement découlant d'une manifestation accrue des connaissances TPC, TP et TC dans la phase active

5.2.1 Divers niveaux d'interaction dans les pratiques d'enseignement entre l'enseignant, les élèves, le contenu disciplinaire et le numérique

Le niveau d'interaction entre l'enseignant, les élèves, le contenu disciplinaire et les outils numériques variait d'un participant à l'autre. Puisque le contexte d'enseignement était défini par l'exploitation d'outils numériques, il n'est pas surprenant de repérer, dans les résultats, la présence marquée de **connaissances TPC**. Du côté de ces connaissances, il est possible de remarquer chez certains participants que celles-ci ont été fréquemment mobilisées (Manon, Alice, Line et Julie), et moins mobilisées pour d'autres (Luc). Pour Manon, cette mobilisation s'est traduite par un échange entre elle, les élèves et la vidéo projetée sur le TNI portant sur chacun des cinq sens. Bien que le TNI était principalement utilisé par Manon, celle-ci a tout de même priorisé une approche dynamique où les élèves étaient sollicités par des questions qu'elle posait, permettant au final de compléter un texte troué en lien avec les caractéristiques de chaque sens. Chez Alice, le niveau d'interaction a varié d'une période à l'autre. En lien avec le contenu disciplinaire ainsi qu'avec l'utilisation du numérique, cette interaction s'est concrétisée lors des périodes de travail au laboratoire informatique. C'est à ce moment que les élèves ont dû concevoir leur herbier numérique à partir de leurs recherches sur Internet et du soutien de l'enseignante. Durant ces périodes, Alice les a donc accompagnés afin de structurer leurs recherches sur Internet liées aux caractéristiques des feuilles recueillies dans la cour d'école et de les pister sur les modalités inhérentes à la création numérique de leur herbier.

Pour sa part, Line a laissé davantage d'autonomie à ses élèves en ce qui a trait à l'utilisation des outils numériques dans le cadre de leurs apprentissages en S&T. Cela a favorisé l'interaction en classe puisque les élèves étaient invités à travailler et à se concerter en équipe autour de la construction et de la programmation d'un robot. Quant à Julie, elle a plutôt interagi avec ses élèves en début de projet afin de les orienter par rapport à l'utilisation des outils numériques (Padlet et Google Document) pour le projet

Tomatosphère. Chez Luc, bien que le TNI était disponible à l'avant de la classe, les élèves ont procédé à la construction de leur prototype sans consulter les documents numériques qu'il avait initialement planifiés. Bien qu'il ait souhaité une utilisation accrue du TNI par les élèves, cela s'est moins produit durant la phase active de l'enseignement.

Une première piste d'explication envisagée pour mieux comprendre cette variation de l'interaction entre l'enseignant, les élèves, les contenus disciplinaires ainsi que les outils numériques pourrait être liée à la planification, en amont, du recours aux outils numériques par les élèves. Comme l'expliquent Hechter et Vermette (2014), Kerawalla et al. (2012), Kung Tech (2013) puis Mulet et al. (2019), une planification d'une séquence d'enseignement, qui repose sur les connaissances théoriques liées à sa discipline, sur la prise en compte des apports des outils numériques pour l'enseignement des S&T et sur la mise en œuvre de stratégies pédagogiques engageant activement les élèves dans leurs apprentissages, et ce, dans un contexte d'exploitation d'outils numériques, peut jouer un rôle important dans l'interaction en classe. Les auteurs ajoutent que cette interaction peut bonifier l'enseignement et l'apprentissage des S&T dans un contexte où des discussions et un partage d'idées peuvent être observés à la lumière d'une planification réfléchie de l'exploitation des outils numériques. La variation de l'interaction observée en classe chez les participants pourrait ainsi s'expliquer par le fait que la planification ne mettait pas suffisamment l'accent sur la maîtrise des savoirs essentiels en S&T et des stratégies pédagogiques soutenues à l'aide d'outils numériques.

Une deuxième piste d'explication susceptible de contribuer à la compréhension de ce constat est appuyée par l'étude de Goodnough et al. (2019). Cette étude suggère que les enseignants qui sont en mesure de mieux comprendre comment soutenir les apprentissages des S&T à partir d'outils numériques peuvent engendrer la mise en œuvre d'environnements d'apprentissage engageant tous les apprenants. Les résultats

de la présente recherche rejoignent en quelque sorte ces conclusions. Du côté d’Alice, Julie et Line, il appert que la planification de l’interaction entre l’enseignante, les outils numériques et les élèves était plus prononcée, dans la mesure où il était prévu de manipuler les outils numériques pour soutenir, de manière occasionnelle, tant l’enseignante que les élèves. Ces enseignantes ont prévu des moments dans la séquence d’enseignement où les élèves avaient à recourir aux outils numériques parfois seuls et d’autres fois en équipe.

5.2.2 Mobilisation accrue de diverses stratégies pédagogiques dans un contexte d’exploitation des outils numériques

Le contexte d’exploitation des outils numériques n’était pas toujours en lien avec l’enseignement des S&T, d’où la mobilisation de **connaissances TP** par les participants. Pour Julie, Line et Alice, le modelage ainsi que les explications qui y sont rattachées ont été des étapes déterminantes dans le cadre de l’appropriation des outils numériques par les élèves. Pour ces trois enseignantes, la séquence d’enseignement a été marquée par l’explication des modalités de fonctionnement des outils numériques à utiliser par les élèves. Dans la classe de Julie, cela s’est traduit par l’explication du fonctionnement du moteur de recherche Google (recherche d’information) et du fonctionnement de l’outil Google Document (consignation de l’information). Dans la classe de Line, il y a eu des explications en lien avec l’utilisation de l’iPad et de l’arrimage de celui-ci avec les robots. Prônant une approche très autonome des élèves, cette enseignante a, par la suite, laissé ces derniers travailler en équipe pour tenter de s’approprier l’outil de programmation. Dans la séquence d’enseignement d’Alice, les explications liées à l’utilisation des outils numériques ont été mobilisées à la suite des périodes théoriques. En effet, elle a expliqué aux élèves les modalités de recherche d’information sur Internet. Elle leur a d’ailleurs rappelé l’importance de diversifier les sources d’information afin d’obtenir un résultat satisfaisant et de respecter le droit

d'auteur dans la mesure où des images pourraient être utilisées. De plus, Alice a évoqué les normes de présentation en lien avec l'utilisation des logiciels Word et PowerPoint. Sa présence en continu en classe lui a permis d'assister les élèves et d'enseigner, de façon ponctuelle, diverses fonctions dans ces deux logiciels.

Pour ces participantes, la mobilisation de diverses stratégies pédagogiques les a menées à dépasser le cadre traditionnel de l'enseignement. Dans certains cas, les enseignantes ont sollicité la participation active dans le recours aux outils numériques de leurs élèves afin qu'ils soient les acteurs principaux de leurs apprentissages, notamment lors des activités réalisées en équipe ou de façon individuelle. La présence d'outils numériques semble avoir constitué un tremplin vers une pratique d'enseignement centrée sur l'élève dans le cadre de ces activités.

La mobilisation des **connaissances TP** pourrait s'expliquer par le fait que les participants ont choisi d'exploiter majoritairement des outils numériques technologiques et pédagogiques, comme le définit le MEES (2019). Parmi les outils numériques technologiques, on retrouve : le TNI, les ordinateurs portables et les iPad. Parmi les outils pédagogiques soutenant à la fois l'enseignement et les apprentissages, on retrouve : le logiciel PowerPoint, les plateformes Padlet, YouTube, Google, Google Classroom, Google Document. Les enseignants ont également dû former leurs élèves à l'utilisation de certains de ces outils par diverses stratégies pédagogiques. Ils avaient comme préoccupation que les élèves puissent bien intégrer les outils numériques dans leurs apprentissages. Ces résultats s'arriment avec les études de Bachy (2014), Hechter et Vermette (2014), Hwang et al. (2014), Hsiao et al. (2014), Kung-Teck et al. (2013), Lebrun (2012), Ling Koh (2019) et Mulet et al. (2019), à savoir que la préoccupation des enseignants visant à aller au-delà d'une approche plus traditionnelle et centrée sur eux-mêmes peut induire certains choix de stratégies pédagogiques et d'outils numériques. Opter pour des outils numériques pédagogiques dans un contexte où l'appropriation de ceux-ci par les élèves était souhaitée semble avoir permis de passer

d'un mode d'exploitation centré sur les enseignants à un mode d'exploitation centré aussi sur les élèves.

5.2.3 Utilisation variable des outils numériques pour soutenir l'enseignement des S&T

L'utilisation des outils numériques pour soutenir l'enseignement des S&T est variable d'un participant à l'autre et a permis de mettre en évidence des **connaissances TC dans les pratiques des enseignants**. Cela a été notamment le cas pour Julie, Alice, Luc et Manon puisqu'ils ont utilisé le TNI pour appuyer leurs explications des contenus en S&T. Dans leur approche, il était prévu de projeter de l'information sur le TNI afin d'enseigner certaines portions théoriques en lien avec leur projet. Du côté de Julie, elle a eu recours à une vidéo portant sur l'agriculture spatiale pour enseigner des contenus liés à la thématique de son projet. Pour Alice, cela s'est traduit par une période d'enseignement magistral abordant les caractéristiques des arbres et des feuilles. Elle s'est appuyée sur des schémas illustrés à l'écran pour soutenir ses explications. Pour sa part, Luc a utilisé le TNI pour projeter des images de divers mécanismes illustrant à la fois la démarche et des erreurs de conception technologique du produit. Quant à Manon, le TNI est venu supporter son enseignement puisqu'elle a projeté plusieurs vidéos pour expliquer les concepts théoriques en lien avec les cinq sens.

La mobilisation de **connaissances TC** peut s'expliquer par le fait que la portion théorique des savoirs essentiels en S&T semble orienter les enseignants vers une exploitation des outils numériques centrée sur l'enseignement. Les résultats indiquent que cela a été le cas à certains moments, notamment du côté d'Alice, de Luc et de Manon lors de l'utilisation du TNI. Ces résultats répondent en partie aux observations de Polly et Hannafin (2011) et d'Urbina et Poly (2017), qui montrent que l'enseignement de notions théoriques en mathématiques peut induire cette tendance chez les enseignants à opter pour un enseignement plus transmissif en contexte

d'exploitation d'outils numériques. Il est envisagé que leurs conclusions pourraient aussi être valables du côté de l'enseignement des S&T. En effet, les constats de la présente recherche s'apparentent, en ce sens que l'enseignement des savoirs essentiels en S&T a parfois été davantage centré sur l'enseignant. Une autre piste d'explication qui s'arrime avec les résultats de Hechter et Vermette (2014) peut correspondre au fait que les enseignants ne planifient pas toujours leur séquence d'enseignement en considérant continuellement l'adéquation entre le recours aux outils numériques, l'enseignement des savoirs essentiels en S&T et la place de l'élève dans ses apprentissages (**connaissance TPC**). Comme l'expliquent Hechter et Vermette (2014), le niveau de prise en compte de ces éléments peut restreindre la participation et l'exploitation des outils numériques par les élèves, ce qui correspond davantage à la mobilisation de **connaissances TC** dans le cas où ce sont plutôt les enseignants qui recourent à ces outils.

En résumé, il ressort de la phase active que les activités réalisées en groupe-classe ont plus ou moins été propices à une utilisation des outils numériques centrée sur les apprentissages, alors que les activités réalisées en équipe ont semblé l'être davantage. Lors de l'enseignement des savoirs en S&T, certains participants ont opté pour un enseignement plus magistral en étant soutenus par les outils numériques, dont le TNI. Lorsque les élèves étaient en action, en équipe ou en travail individuel, une exploitation des outils numériques davantage centrée sur l'enseignement a été observée. La préoccupation des enseignants au regard de la mobilisation de stratégies pédagogiques permettant de mieux s'approprier les outils numériques a aussi été relevée. Pour la plupart des participants, il est d'ailleurs possible d'observer en plus grande importance la mobilisation de **connaissances TPC**, **TP** et **TC** lors de cette phase. Enfin, malgré la planification de l'utilisation de certains outils numériques, un participant a plutôt fait le choix, lors de la phase active, de ne pas les utiliser comme prévu.

5.3 Connaissances mobilisées à la phase postactive

Le troisième objectif de cette thèse est d'identifier et décrire, à la phase postactive, les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement au niveau primaire dans un contexte d'exploitation d'outils numériques en S&T. Lors de cette phase, les participants ont eu l'occasion de faire le bilan de la situation d'enseignement et d'apprentissage qui s'est déroulée dans chacune de leur classe. Ce bilan fait principalement ressortir des connaissances **TPC** et **PC** selon les pratiques d'enseignement. La figure 5.3 illustre les échanges qui ont porté plus spécifiquement sur l'évaluation des apprentissages en S&T, et sur le bilan de l'utilisation des outils numériques pour l'enseignement et les apprentissages des S&T.

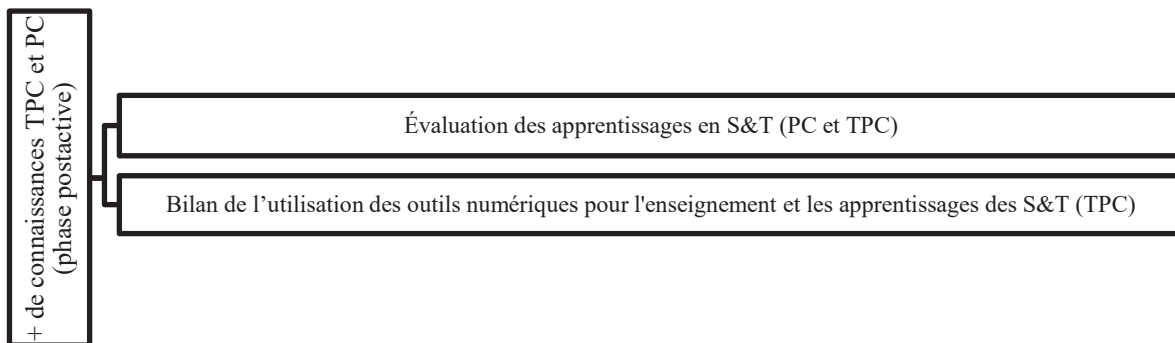


Figure 5.3 : Pratiques d'enseignement découlant d'une manifestation accrue des connaissances TPC et PC dans la phase postactive

5.3.1 Évaluation des apprentissages en S&T

Tous les participants ont traité des modalités d'évaluation qui ont prévalu dans le cadre de la séquence d'enseignement. Chaque enseignant avait une façon particulière d'évaluer ses élèves et les retombées sur les résultats portés au bulletin étaient

différentes. Des participants ont peu ou pas eu recours aux outils numériques pour évaluer leurs élèves, d'où la présence de **connaissances PC**. Des similitudes ont été repérées pour Alice, Luc et Manon. En effet, ces enseignants ont scindé leur évaluation en deux temps. Du côté d'Alice, elle a, dans un premier temps, fait passer un examen théorique aux élèves en lien avec les caractéristiques des arbres et des feuilles. Dans un deuxième temps, elle a évalué les herbiers des élèves à partir d'une grille d'évaluation. La combinaison des deux résultats lui a permis d'attribuer aux élèves une note globale en S&T. De façon similaire, Luc a procédé aussi par une évaluation en deux temps. Il a tout d'abord évalué les étapes menant à la planification du croquis par les élèves à l'intérieur d'un document papier qu'il avait préparé. Puis, en fin de projet, il a procédé à l'évaluation du prototype à la suite de la démarche technologique réalisée par les élèves. Quant à Manon, elle a eu recours aux documents complétés par les élèves ainsi qu'à un examen théorique pour évaluer leurs connaissances des savoirs essentiels en S&T.

Pour leur part, Julie et Line ont mobilisé davantage de **connaissances TPC** en ce qui a trait à l'évaluation des S&T. Julie a principalement évalué la démarche scientifique entreprise par les élèves. Cette démarche a été documentée dans un Google Document créé initialement par Julie et complété dans la plateforme Padlet par les élèves. Elle a identifié certains éléments qui ont été évalués plus spécifiquement : l'hypothèse, les étapes de réalisation, l'observation et la conclusion. Quant à Line, elle a misé sur l'importance du développement plus global des compétences en S&T. Son évaluation était issue principalement de ses observations en classe du travail des équipes lors de la conception et de la programmation du robot. Pour alimenter ses observations, elle a opté pour un questionnement fréquent auprès des élèves. Pour Line, la consolidation des savoirs essentiels en S&T passait notamment par la nécessité de demander aux élèves de trouver eux-mêmes des solutions dans un contexte où certaines problématiques pouvaient émerger. Pour procéder à l'évaluation des apprentissages, elle a eu recours à la plateforme Seesaw pour déposer les vidéos qu'elle a réalisées en

classe afin de mieux diriger les entrevues réalisées avec les élèves pour leur évaluation. Comme elle l'a expliqué, cette façon de faire permet de mieux intervenir auprès des élèves et d'identifier ce qu'ils ont compris en ce qui concerne la construction du robot et la programmation. Sans ce soutien numérique, il aurait été difficile, selon elle, de procéder ainsi avec chacun des élèves.

La mobilisation de **connaissances PC** pour certains et de **connaissances TPC** pour d'autres s'explique par le fait que la planification de l'utilisation des outils numériques pour soutenir l'évaluation des apprentissages était à géométrie variable selon les connaissances mobilisées par les enseignants dès la phase préactive. Pour plusieurs participants, l'évaluation des S&T a paru comme étant un défi. Bien que certains enseignants aient mobilisé des **connaissances PC** en proposant des stratégies pour évaluer les compétences de leurs élèves en S&T, très peu d'entre eux se sont appuyés sur des outils numériques pour procéder à l'évaluation de ces compétences. Dans la plupart des cas, le recours aux outils numériques était un tremplin vers une éventuelle évaluation des S&T sans toutefois en faire spécifiquement l'objet. Ce constat rejoint l'étude de Hughes et al. (2020), qui explique que les enseignants en exercice mobilisent principalement des connaissances issues des **connaissances T** et **P** dans leurs pratiques. Ainsi, il est peu étonnant d'observer chez ces enseignants certaines difficultés à exploiter les outils numériques pour soutenir leur évaluation des compétences en S&T.

Bien qu'il y ait eu exploitation des outils numériques en amont de la séquence d'enseignement, il demeure qu'Alice, Luc et Manon n'ont pas directement utilisé d'outils numériques pour soutenir l'évaluation des apprentissages. Parmi eux, certains ont déclaré lors de la phase postactive que la lourdeur des programmes ministériels ainsi que la complexité à arrimer l'évaluation des compétences en S&T avec l'exploitation des outils numériques en contexte d'enseignement et d'apprentissage demeurent des enjeux dans leurs pratiques. Cette réalité, déjà observée à l'enseignement des S&T au secondaire (Barma, 2008), semble aussi se concrétiser au

primaire. Cela s'est avéré différent chez Julie et chez Line dans la mesure où l'évaluation reposait sur la consignation des résultats déposés sur une plateforme numérique. Des liens, plus spécifiquement entre l'apport des outils numériques pour l'évaluation de savoirs essentiels, ont été davantage ciblés dans le cas de ces deux participantes. Ces résultats sont en adéquation avec ceux de Kung-Teck et al. (2013), qui expliquent que la planification du lien entre les potentialités évaluatives des outils numériques ainsi que des contenus en S&T à évaluer peuvent amener les enseignants à recourir aux outils numériques dans le processus d'évaluation. Cette planification les amène à réfléchir en amont de la séquence d'enseignement sur l'apport des outils numériques pour soutenir leur évaluation des S&T, et ainsi à mieux intégrer ces outils dans leurs pratiques d'enseignement. De façon similaire à l'étude d'Otrell-Cass et al. (2012), les enseignants ayant planifié le recours, par exemple, à des séquences vidéo pour supporter le partage d'information et la consignation de données, ont permis une exploitation réussie des outils numériques menant à l'évaluation des apprentissages en S&T.

5.3.2 Bilan de l'utilisation des outils numériques pour l'enseignement et les apprentissages des S&T

Lors de l'entrevue postactive, les enseignants se sont prononcés sur leur bilan de l'utilisation des outils numériques pour leur enseignement et pour l'apprentissage par les élèves des S&T. Les résultats obtenus à la suite de ce bilan permettent de constater que les participants témoignent de **connaissances TPC** malgré certains défis auxquels ils ont été confrontés. Parmi ces défis, on retrouve d'abord la difficulté pour une participante (Julie) à assurer une saine gestion de classe dans un contexte d'exploitation de la tablette électronique. Laissé aux mains des élèves, cet outil numérique semble avoir causé des problématiques liées à la gestion de classe (p. ex., supprimer des documents collaboratifs par distraction), surtout qu'ils devaient consigner les éléments

de leur recherche tirés d'Internet. Un autre défi identifié par certains participants (Manon et Luc) portait sur la pertinence des ressources numériques exploitées dans la séquence d'enseignement et d'apprentissage. Du côté de Manon, elle remet en question le niveau de complexité des vidéos sélectionnées pour enseigner la matière dans la mesure où elle explique que le vocabulaire était parfois trop complexe et peu adapté pour ses élèves. Quant à Luc, il a clairement indiqué être ambivalent par rapport à la pertinence des vidéos pour supporter les apprentissages des élèves. Initialement prévu de sa part comme étant une aide à l'élève, il s'est vite ravisé en expliquant qu'il s'agissait plutôt d'une ressource destinée aux enseignants. C'est d'ailleurs une des raisons pour lesquelles ces vidéos ont été très peu, voire pas du tout utilisées lors de la séquence d'enseignement. Pour la majorité des participants (Julie, Line, Manon et Alice), le recours aux outils numériques dans l'enseignement des S&T semble avoir eu un effet sur l'intérêt des élèves pour l'apprentissage de cette discipline. L'exploitation des outils numériques semble avoir servi de levier pour intéresser les élèves aux S&T, selon les enseignantes. Par ailleurs, ces mêmes participantes indiquent que les outils numériques leur ont permis de mieux appuyer leur enseignement des S&T.

Malgré que certains enseignants fassent ressortir les potentialités des outils numériques sur le plan de l'enseignement et de l'apprentissage et dressent un bilan relativement positif de leur utilisation en classe, plusieurs auraient souhaité aller plus loin dans l'exploitation de ces outils par les élèves. Hechter et Vermette (2014) observent dans leur étude que plus de la moitié de leurs participants n'était pas en mesure de bonifier cette exploitation par manque de connaissances technologiques et pédagogiques. Comme le mentionnent Chai (2019) et Ling Koh (2019), une intégration pertinente et importante des outils numériques dans l'enseignement et les apprentissages est tributaire d'une mobilisation des connaissances pédagogiques, disciplinaires et technologiques de l'enseignant. Cette difficulté à accroître l'exploitation réussie des outils numériques par les élèves peut alors être influencée par la difficulté des enseignants à arrimer ces connaissances lors des phases préactive et active. Pour

expliquer cet écart entre ce que les enseignants souhaiteraient faire à partir des outils numériques et ce qu'ils ont réellement fait avec ces derniers dans le cadre de la présente recherche, certaines pistes, proposées à la prochaine section, peuvent apporter un éclairage.

En résumé, il ressort de la phase postactive que les enseignants évaluent peu leurs élèves à partir des outils numériques. Cela illustre, du moins en partie, la présence marquée de **connaissances PC** lors de cette phase. En effet, dans la séquence d'enseignement, l'exploitation des outils numériques par les élèves ne fait généralement pas l'objet de l'évaluation de leur compétence en S&T, sauf pour Julie et Line où des **connaissances TPC** ont été mobilisées. Quant à la pertinence pour l'enseignement et les apprentissages en S&T, les participants perçoivent que le recours aux outils numériques a sa place, malgré que certains d'entre eux pensent qu'ils auraient pu aller plus loin dans l'exploitation des outils. Cependant, il semble que divers éléments les contraignant aient pu limiter, selon eux, une intégration réussie. Ils sont traités dans la section 5.4.

5.4 Explications permettant de dégager des liens entre les connaissances mobilisées et les pratiques d'enseignement

Le quatrième objectif est de dégager des liens entre les connaissances mobilisées et les pratiques d'enseignement au primaire dans un contexte d'exploitation d'outils numériques en S&T. Les prochaines sous-sections permettent de mieux comprendre l'arrimage entre les connaissances mobilisées et les pratiques tout au long des phases de l'enseignement. Ces explications posent un éclairage sur les connaissances issues du modèle TPaCK qui, parfois, influenceront les pratiques d'enseignement en S&T. Comme illustré à la figure 5.4, il est question des facteurs contextuels influençant la mobilisation des connaissances TPC, de l'exploitation différenciée des outils

numériques par les élèves en S&T, ainsi que de la motivation et de la volonté des participants à vouloir exploiter les outils numériques différemment.

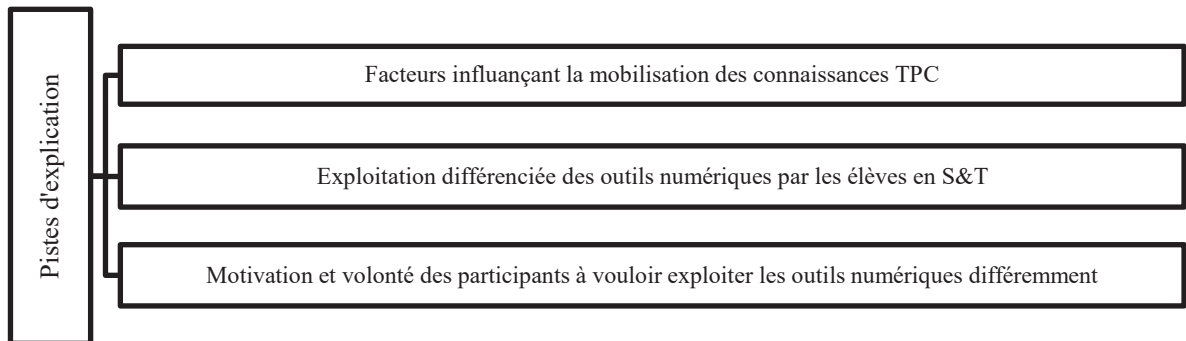


Figure 5.4 : Pistes d'explications issues des connaissances mobilisées par l'ensemble des participants lors des phases de l'enseignement

5.4.1 Facteurs influençant la mobilisation des connaissances TPC

Les participants ont dû faire état, en amont de la recherche, des facteurs contextuels qui concernent à la fois leur pratique professionnelle ainsi que leur environnement de travail. Parmi ces facteurs se retrouvent, notamment, l'identification des outils numériques disponibles et fonctionnels à l'école, la culture institutionnelle, leur sentiment de compétences par rapport à l'exploitation des outils numériques, et leur sentiment de compétence à l'égard de l'enseignement des S&T. De façon variable, ces facteurs semblent avoir eu un effet sur la mobilisation des **connaissances TPC** pour l'ensemble des phases de l'enseignement.

Comme le mentionnent Chai et al. (2013), la mobilisation des **connaissances TPC** par les enseignants repose entre autres sur l'accès aux outils numériques dans l'école. Les auteurs précisent que ce facteur physique/technologique peut grandement faciliter ou

restreindre la mobilisation des connaissances TPC par les enseignants puisque ces derniers peuvent être en mesure, ou non, de se former, d'expérimenter et éventuellement d'intégrer ces outils numériques en classe. Il a donc été important dès le début de la recherche de permettre aux participants de cibler les outils numériques disponibles et fonctionnels dans leur école. L'ensemble des enseignants a été en mesure de les identifier et d'expliquer, dans la phase préactive de l'enseignement, comment ils souhaitaient les exploiter en classe. Cependant, comme l'expliquent Al-Qirim (2011), puis Lefebvre et Samson (2013) au Québec, une connaissance des outils numériques ne mène pas nécessairement à des utilisations diversifiées et novatrices de ceux-ci. On le constate d'ailleurs dans les pratiques d'Alice et de Luc. Alice a mentionné que le pavé de son TNI était défectueux et qu'il était toujours nécessaire de travailler derrière son ordinateur portable pour interagir avec le tableau. Malgré ses connaissances technologiques en lien avec le TNI, il demeure qu'un appareillage défectueux ne lui a pas permis de favoriser une exploitation interactive du tableau lors de l'enseignement des savoirs essentiels en S&T en classe. Cette contrainte est aussi rapportée par plusieurs auteurs (Al-Qirim, 2011; Samson et al., 2016; Skutil et Maněnová, 2012). Pour Luc, une bonne connaissance technologique des outils numériques disponibles lui aurait peut-être permis de les exploiter à leur plein potentiel, comme il en témoigne à la phase postactive de son enseignement. Le manque de connaissances technologiques pourrait s'expliquer, comme l'avance Mastafi (2015), par un manque de formation en lien avec leur exploitation ainsi qu'un manque de planification mettant davantage en adéquation les intentions pédagogiques avec les potentialités des outils numériques.

Pour poursuivre, Chai et al. (2013) soulignent que des facteurs culturels/institutionnels peuvent aussi influencer les connaissances mobilisées et, par le fait même, les pratiques d'enseignement. Rappelons que ces facteurs culturels/institutionnels concernent la philosophie de l'école, son projet éducatif et sa vision (Chai et al., 2013). Ainsi, pour les écoles à vocation particulière, il est fort probable que les pratiques d'enseignement aient été teintées par ce facteur d'ordre culturel/institutionnel. C'est le cas de Line qui

enseigne dans une école de type « pédagogie par projet », où les élèves sont continuellement en action et où ils doivent développer leur autonomie vis-à-vis leurs apprentissages. En ce sens, Line a mobilisé plusieurs **connaissances TPC** tout au long des phases d'enseignement puisqu'elle prévoyait un rôle actif des élèves, et ce, en tout temps dans leurs apprentissages. Sa vision de l'enseignement et de l'apprentissage aura ainsi très certainement joué un rôle important dans ses pratiques d'enseignement.

Par rapport à leur sentiment de compétences à exploiter les outils numériques dans leur pratique, il est possible de faire des liens avec les résultats obtenus par Chai et al. (2019) et Stockless et al. (2018). De leur côté, Chai et al. (2019) expliquent que le sentiment de compétences des enseignants à exploiter les outils numériques en S&T peut s'avérer un bon prédicteur quant à la mobilisation des connaissances issues du modèle TPaCK dans leurs pratiques d'enseignement. Ces auteurs indiquent que les enseignants ayant un bon sentiment de compétences lié à l'exploitation des outils numériques peuvent voir une mobilisation accrue des **connaissances TPC**. En ce qui concerne Stockless et al. (2018), ils expliquent qu'une maîtrise des outils numériques, notamment le TNI, peut accroître positivement l'exploitation pédagogique de ces outils en classe. En effet, connaître les diverses fonctionnalités peut amener les enseignants à mieux soutenir les stratégies pédagogiques qu'ils souhaitent mettre en œuvre auprès de leurs élèves. Enseignante depuis plusieurs années, Line s'est qualifiée d'excellente par rapport à ses utilisations des outils numériques en classe. Il a en effet été possible d'observer, dans la phase active, une grande manifestation de **connaissances TPC**. Au contraire, se qualifiant de « moyen » par rapport à l'utilisation des outils numériques, Luc, qui enseigne depuis quelques années seulement, a manifesté de façon moindre des **connaissances TPC**. Pour mieux soutenir les enseignants, notamment ceux en début de carrière, Stockless et Beaupré (2014) suggèrent de proposer des formations qui mettent à l'avant l'exploitation des outils numériques dans les pratiques d'enseignement. Ils expliquent que cela pourrait inspirer les enseignants plus novices à les exploiter davantage dans leurs pratiques d'enseignement.

Pour l'ensemble des participants, le sentiment de compétences lié à l'enseignement des S&T n'est pas qualifié d'« excellent », mais plutôt de « moyen » à « bon ». Ce constat n'est pas surprenant dans la mesure où plusieurs écrits et rapports ont déjà témoigné du fait que l'enseignement des S&T pose un réel défi pour les enseignants du primaire (CSE, 2013; Milner et al., 2012; Minier et Gauthier, 2006). De surcroît, dans le cadre de cette recherche, il est possible de constater que les **connaissances TC et C** ne se sont pas manifestées autant que les autres types de connaissances. Certains éléments de la phase postactive peuvent expliquer ces résultats dans la mesure où des participants ont mentionné que les S&T étaient plutôt l'occasion pour les élèves d'explorer par eux-mêmes diverses démarches dans un environnement ludique. Peu d'entre eux ont été en mesure de clarifier les modalités d'évaluation des S&T à partir des outils numériques de même que le lien avec le développement des compétences disciplinaires chez les élèves. Selon certains enseignants, cela s'illustre par la lourdeur du programme et par leur manque de connaissances du PFEQ (MEQ, 2001) pour ce champ disciplinaire.

5.4.2 Exploitation différenciée des outils numériques par les élèves en S&T

La place qu'occupe le recours aux outils numériques en S&T par les élèves a été à géométrie variable selon chaque enseignant. Pour une participante (Line), les outils numériques ont été utilisés de façon continue par les élèves, alors que pour les autres participants, il s'agissait davantage d'un usage ponctuel. Cette exploitation continue du numérique s'est traduite dans la classe de Line par des activités de recherche, de conception et de programmation. Du côté des autres enseignants, cela était plutôt caractérisé par la recherche d'information sur Internet, l'utilisation du TNI ou des tablettes électroniques ainsi que la présence au laboratoire informatique.

Bien que les séquences d'enseignement aient été prévues pour permettre aux élèves d'accroître leur recours à des outils numériques, certains enseignants auraient désiré bonifier ce volet à leurs pratiques. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les enseignants ont encore du mal à concevoir des séquences d'enseignement centrées sur les élèves. Il apparaît que le passage d'un enseignement centré sur les enseignants vers un enseignement centré sur les élèves demeure un défi pour plusieurs. Des auteurs soulèvent ce résultat (Cheah et al., 2019; Herring et al., 2016; Ling Koh, 2019) et expliquent qu'une mobilisation des **connaissances T, P et C** doit se manifester dès la phase de la planification. La mobilisation de ces connaissances doit se traduire par la création d'activités qui engagent à la fois l'enseignant et les élèves dans un contexte d'enseignement des S&T soutenu par des outils numériques. Il est donc nécessaire que cette planification prévoie des moments où les élèves pourront exploiter des outils numériques pour mieux soutenir leurs apprentissages des S&T.

5.4.3 Motivation et volonté des participants à vouloir exploiter les outils numériques différemment

Le bilan réflexif de la phase postactive a mené les enseignants à faire part de certaines modifications qu'ils apporteraient lors d'une prochaine planification en lien avec les savoirs essentiels enseignés en S&T et les outils numériques utilisés. Line a exprimé le besoin de repenser le niveau d'engagement des élèves sollicité dans sa classe. Ce constat l'a amenée à se questionner sur ce qui faisait varier ce niveau d'un élève à l'autre. Pour bonifier cet engagement, elle pense revoir la conception de son groupe en le divisant en deux parties égales; un groupe serait sous sa responsabilité, et l'autre sous la responsabilité d'un parent. Avec son sous-groupe, elle pourrait s'assurer de soutenir l'attention des élèves et en profiter pour aller plus loin avec eux. Elle a aussi expliqué qu'elle encouragera le tâtonnement expérimental ainsi que la recherche d'information sur des plateformes comme AlloProf ou BrainPop.

Pour sa part, Julie a remis en question l'utilisation de Google Document par rapport à un document papier à compléter. Bien qu'elle perçoive l'utilisation des outils numériques comme étant motivante pour les élèves, la demande accrue pour une gestion de classe efficace lui a semblé très importante. Se déroulant en deux temps, sa séquence d'enseignement a d'abord nécessité l'outil Google Document en ce qui a trait aux notions entourant les saisons. Par la suite, la section portant sur le projet Tomatosphère n'a pas exigé l'utilisation d'outils numériques, mais bien d'un document papier. Elle a conclu que ce deuxième temps s'est mieux passé que le premier et qu'elle considèrera cela lors de sa prochaine planification.

Pour ce qui est des modifications à retenir du côté d'Alice, cette dernière croit qu'une meilleure formation en lien avec l'appropriation des outils numériques serait à donner aux élèves. Elle a expliqué que cette préoccupation vient du fait que les élèves semblent avoir des compétences informationnelles limitées lorsqu'ils doivent rechercher de l'information sur Internet. Ainsi, elle pense que ce moment pourrait être planifié en amont de la création de l'herbier.

Quant à Luc, ayant trouvé les vidéos plus ou moins pertinentes pour les apprentissages, il pense de son côté que de concevoir un montage photo qui illustre les étapes de la conception de la « bébitte mécanique » pourrait être fort pertinent, et surtout adapté pour les élèves. Doté d'un appareil photo en classe, Luc a mentionné qu'il avait déjà commencé à répertorier diverses photos qui lui serviraient ultérieurement à concevoir ce montage; son objectif ultime étant de permettre aux élèves d'y accéder en tout temps lors de leur conception technologique.

Enfin, du côté de Manon, il semble y avoir un désir de laisser les élèves effectuer davantage de recherches spontanées sur Internet autour des termes scientifiques liés aux cinq sens. Lors de la phase active, plusieurs élèves ont posé des questions sans que

l'enseignante ne les laisse chercher sur Internet. Ainsi, pour accroître leur autonomie à recourir aux navigateurs de recherche, Manon souhaite laisser cette latitude aux élèves dans le cadre de prochaines séquences d'enseignement. De façon générale, les enseignants semblent ainsi motivés à poursuivre l'exploitation des outils numériques dans leurs pratiques en bonifiant la participation des élèves dans leurs apprentissages et dans l'appropriation de ces outils.

Comme présenté par Chai et al. (2013), ce désir de mettre en œuvre de nouvelles pratiques d'enseignement peut influencer positivement sur les connaissances à mobiliser, et ainsi sur leur exploitation des outils numériques. Des études réalisées au Québec (Melançon et al., 2013; Rasmy et Karsenti, 2016) rapportent que cette motivation intrinsèque constitue un vecteur important dans l'intégration réussie et durable des outils numériques, et ce, tant chez les enseignants que chez les élèves. Il convient ainsi de considérer que ce type de motivation puisse devenir un des points de départ à l'élaboration de planifications mettant à l'avant-plan des **connaissances TPC** dans l'enseignement des S&T au primaire.

CONCLUSION

Plusieurs études et rapports témoignent du fait que l'enseignement des S&T au primaire demeure un enjeu dans les pratiques des enseignants. Ce constat amène à se questionner sur les solutions à proposer pour mieux soutenir les enseignants du primaire. Au cœur de la présente étude, l'exploitation des outils numériques se voulait une des pistes envisagées pour soutenir les pratiques d'enseignement en S&T. Afin d'étudier ces pratiques, des chercheurs proposent, à travers la documentation scientifique consultée, de procéder à l'analyse des connaissances mobilisées par les enseignants à partir du modèle TPaCK. Considérant le peu d'études réalisées en contexte de classe au Québec, l'intention, à travers la question générale de recherche, était de mieux comprendre de quelles façons les connaissances technologiques, pédagogiques et disciplinaires sont mobilisées dans les pratiques d'enseignement d'enseignants du primaire dans un contexte soutenu par l'exploitation d'outils numériques en S&T.

En réponse à cette question, l'étude multicas réalisée a permis de jeter un éclairage nouveau sur la prise en considération des connaissances mobilisées à chacune des trois phases de l'enseignement afin de soutenir l'enseignement des S&T. Pour mettre en lumière les diverses contributions pour le champ de la technopédagogie, les apports de cette thèse sont présentés dans un premier temps. Certaines limites tant sur le plan conceptuel que sur le plan méthodologique sont identifiées dans un deuxième temps. Enfin, dans un troisième temps, diverses pistes sont proposées tant sur le plan de la recherche que sur le plan de la formation initiale.

Apports de la recherche

Les apports de cette étude doctorale sont nombreux et permettent diverses retombées tant pour la recherche scientifique que pour la pratique. Les prochains paragraphes explicitent plus en détail chacune de ses contributions.

Sur le plan scientifique, l'étude se démarque par l'analyse critique de toutes les déclinaisons possibles du modèle TPaCK et par son intégration dans le cadre d'une recherche qualitative. En effet, considérant que ce modèle théorique est fréquemment emprunté pour servir un devis de recherche quantitatif, il s'avère intéressant de l'exploiter cette fois-ci dans un devis qualitatif. Comme le soulignent Stockless et al. (2018), il y a lieu de mieux comprendre, à partir du modèle TPaCK, comment sont intégrés les outils numériques en s'appuyant sur des observations et des témoignages obtenus dans le cadre d'une collecte de données menée en classe. L'approche adoptée dans cette thèse est différente de ce qui a été réalisé jusqu'à maintenant et permettra aux chercheurs de s'appuyer sur un devis qualitatif qui tente d'expliquer la façon dont les connaissances issues du modèle TPaCK sont mobilisées par les enseignants dans leur milieu. Devant un contexte singulier et unique qui définit chaque enseignant, il est apparu essentiel de développer et d'adapter des outils permettant d'opérationnaliser une collecte de données suivant un devis qualitatif, et ce, pour chaque phase de l'enseignement. Les prochaines études pourront s'inspirer de ces outils méthodologiques afin d'obtenir des portraits caractérisant chaque participant dans leur contexte à la lumière des connaissances qu'ils mobiliseront.

Toujours sur le plan scientifique, un autre apport important lié à cette recherche a été de permettre une meilleure compréhension de la mobilisation des connaissances dans les pratiques pour chaque phase d'enseignement en contexte d'exploitation des outils numériques en S&T. Les résultats détaillés pour chaque participant amènent à comprendre que d'une phase à l'autre, les pratiques d'enseignement peuvent être

influencées selon les connaissances mobilisées par les enseignants. En outre, il ressort de cette étude doctorale que l'adéquation entre les trois phases est à géométrie variable selon l'enseignant lui-même et le contexte dans lequel il accompagne les élèves. Cette thèse permet aussi de comprendre que les connaissances mobilisées ne sont pas les seuls éléments pouvant moduler les pratiques d'enseignement. En effet, il semble que la disponibilité et la fonctionnalité des appareillages, la culture institutionnelle, le sentiment de compétences des enseignants par rapport à l'exploitation des outils numériques et leur sentiment de compétences à l'égard de l'enseignement des S&T sont des éléments qui ont aussi influencé leurs pratiques d'enseignement en S&T. Ainsi, il est suggéré que l'étude des connaissances mobilisées chez les enseignants lors du développement et de la mise en œuvre d'une séquence d'enseignement et d'apprentissage en S&T tienne en compte les facteurs pouvant influencer et permettre de mieux comprendre comment les pratiques d'enseignement peuvent varier d'un enseignant à l'autre.

Également, sur le plan scientifique, cette recherche doctorale a permis de contribuer à dégager des liens entre les connaissances mobilisées et les pratiques d'enseignants du primaire exploitant les outils numériques en S&T lors de chaque phase d'enseignement. Ces constats sont en lien avec les facteurs qui influencent ces connaissances, l'exploitation différenciée des outils numériques par les élèves ainsi que la motivation et à la volonté des enseignants de bonifier leur enseignement des S&T à partir des outils numériques. Il ressort des propos des participants qu'un encadrement soutenu par un mentor ou un conseiller pédagogique ainsi qu'un contexte propice à l'exploitation des outils numériques pourraient réellement permettre de bonifier l'enseignement des S&T. Cette forme d'encadrement proposée en partie par d'autres auteurs (Callahan et al., 2015; Hughes et al., 2020; Ling Koh, 2019; Sugar et van Tryon, 2014) pourrait s'avérer pertinente afin d'accroître l'adéquation des connaissances issues du modèle TPaCK pour chaque phase de l'enseignement.

Sur le plan pratique, cette recherche invite les praticiens, par exemple des conseillers pédagogiques ou des enseignants en exercice, à prendre en compte lors de l'écriture d'une séquence d'enseignement et d'apprentissage l'arrimage des connaissances T, P et C à mobiliser. Les résultats de cette thèse permettent de comprendre l'importance, dès la planification, de prévoir les rôles de l'enseignant et des élèves par rapport à l'exploitation des outils numériques en S&T afin de mieux transférer les connaissances TPC mobilisées en phase préactive dans les autres phases. Cela permettra de mettre à l'avant-plan des activités en S&T qui intègrent les enseignants et les élèves dans le processus d'exploitation des outils numériques tout au long de la séquence d'enseignement. Enfin, cette thèse permet aux enseignants en exercice de considérer l'importance de faire le bilan des connaissances qu'ils mobilisent dans leurs pratiques d'enseignement en tenant compte du modèle TPaCK. Ce bilan les amènera fort probablement à ajuster certains éléments de leurs pratiques d'enseignement afin d'atteindre les objectifs pédagogiques souhaités au début de la séquence d'enseignement et d'apprentissage.

Limites de la recherche

Malgré toute la rigueur consacrée à la préparation de la thèse et les retombées possibles générées par celle-ci, il ressort certaines limites, tant sur le plan conceptuel que sur le plan méthodologique. Sur le plan conceptuel, le modèle TPaCK peut sembler parfois restrictif et ne permet pas une analyse exhaustive des environnements de classe qui sont uniques et contextualisés. Cette limite est aussi partagée par Hughes et al. (2020), qui expriment la volonté d'élargir le modèle TPaCK afin qu'il puisse prendre en compte le caractère unique qui définit la classe. Pour soutenir l'écriture de la discussion, certains éléments ont été appuyés à partir du modèle de Chai et al. (2013) afin de compléter l'analyse des pratiques d'enseignement. Ce dernier permettait d'expliquer davantage les facteurs pouvant influencer la mobilisation des connaissances chez les enseignants.

Parmi les limites sur le plan méthodologique, une concerne le nombre de cas étudiés. Au total, cinq cas ont été retenus pour répondre aux objectifs ciblés. Il a été difficile de recruter des enseignants souhaitant s'investir sur une période importante et étant volontaires pour exposer leurs pratiques à un chercheur présent en classe. Parmi les motifs de refus à participer à la recherche, le manque de temps a été principalement évoqué par les enseignants. Toutefois, la richesse des données obtenues a permis de diminuer l'impact de cette limite sur la recherche.

Qui plus est, le recours et l'adaptation du questionnaire de Harris et al. (2012) permettant de réaliser l'entrevue de la phase préactive peut avoir influencé les connaissances mobilisées par les participants. En effet, les questions posées n'ont peut-être pas permis aux enseignants d'exposer clairement chacune des connaissances issues du modèle TPaCK. Bien qu'ils aient été en mesure d'exposer certaines de leurs connaissances et la façon dont ils voulaient procéder pour les mobiliser dans leurs pratiques d'enseignement, il demeure que des questions, plus spécifiques par exemple à la pédagogie ou à la didactique des S&T, auraient permis un meilleur raffinement et éventuellement une analyse davantage distinctive au regard de leurs pratiques.

Enfin, la désirabilité sociale peut avoir constitué une limite modulant quelque peu les réponses de certains participants. Pour restreindre cette limite, le doctorant s'est assuré de multiplier la provenance des données et d'en consigner un maximum de façon à dégager un portrait représentatif des cas étudiés pour chaque phase d'enseignement. De surcroît, le doctorant a maintenu une posture d'observateur lors des observations sur le terrain afin de ne pas influencer les données obtenues, et ce, en interagissant très peu ou pas du tout avec l'enseignant et les élèves. D'ailleurs, cela a représenté un défi de taille considérant la curiosité chez les élèves d'accueillir un chercheur dans leur classe.

Pistes à envisager

Cette section propose tout d'abord des idées de recherches futures à envisager et en continuité avec cette thèse. Par la suite, elle suggère des pistes pour la formation initiale et continue.

Recherches futures

Comme première piste, il pourrait s'avérer intéressant d'établir le lien entre les connaissances mobilisées par les enseignants lors de chaque phase de l'enseignement et le développement de leur compétence numérique. L'étude des pratiques d'enseignement sous l'angle de la compétence numérique pourrait se faire au regard des connaissances mobilisées par les enseignants. Dans la mesure où la compétence numérique vient tout juste d'être modifiée à l'intérieur du nouveau Référentiel des compétences professionnelles en enseignement (MEES, 2020), ce dernier tenant compte du Cadre de référence de la compétence numérique (MEES, 2019), il pourrait être intéressant de faire des liens avec les connaissances mobilisées dans ce nouveau contexte.

Cela mène vers une deuxième piste qui concernerait davantage les rôles des élèves et leur interaction avec les outils numériques. En effet, le modèle TPaCK s'appuie spécifiquement sur les connaissances mobilisées des enseignants. Recourir à d'autres modèles qui intégreraient davantage les élèves amènerait peut-être à mieux comprendre leurs rôles et la nécessité de les mettre en adéquation avec les dimensions du Cadre de référence de la compétence numérique (MEES, 2019).

Comme troisième piste, il serait pertinent d'effectuer cette recherche pour l'ensemble des disciplines scolaires en suivant un devis qualitatif. En effet, malgré l'apport des

outils numériques pour l'enseignement des S&T, des défis peuvent persister. Il pourrait donc être envisageable de transférer tout le processus de recherche réalisé dans le cadre de cette thèse dans un autre contexte d'enseignement afin de mieux soutenir, espérons-le, les enseignants du primaire d'ici comme d'ailleurs. Cette avenue méthodologique permettrait aussi d'appuyer certaines hypothèses obtenues à la suite de collectes de données quantitatives.

Formation initiale et continue

Cette recherche doctorale suggère aussi de promouvoir une formation initiale et continue qui intègre un volet technopédagogique à la formation didactique en vue de favoriser le décloisonnement des disciplines. En effet, la conception des séquences d'enseignement et d'apprentissage devrait tenir compte de l'adéquation entre les connaissances T, P et C ainsi que leurs interrelations. Pour chaque étape de la conception de la séquence d'enseignement et d'apprentissage, les étudiants et les enseignants devraient réfléchir aux diverses stratégies pédagogiques, aux démarches en didactique des S&T et aux outils numériques qui seront les mieux adaptés pour maintenir l'enseignement des savoirs essentiels en S&T. Pour mieux soutenir leur enseignement, les enseignants devraient planifier l'exploitation d'outils numériques pédagogiques, disciplinaires et technologiques. Cette séquence devrait idéalement comprendre les rôles à exécuter vis-à-vis l'exploitation des outils numériques tant pour les enseignants que pour les élèves.

Aussi, il est suggéré chez les étudiants et les enseignants désireux d'exploiter les outils numériques dans l'enseignement des S&T de prévoir les modalités d'évaluation qui prennent aussi en considération l'apport pédagogique offert par ces outils. Ces modalités les aideraient à mieux comprendre par le fait même les limites des outils

numériques dans leur enseignement et dans les apprentissages des S&T, tout en s'assurant de la pertinence liée à l'exploitation de ceux-ci.

Enfin, la formation initiale et continue devrait proposer des pistes d'appropriation des outils numériques afin d'amener les élèves à maintenir leur engagement dans leurs apprentissages et ainsi de favoriser le développement de leurs compétences disciplinaires et de leur compétence numérique. À terme, cela leur permettra d'arrimer leurs pratiques d'enseignement avec les finalités du Cadre de référence de la compétence numérique (MEES, 2019), qui visent à outiller les élèves face aux divers enjeux numériques qui marqueront leur vie personnelle et professionnelle.

ANNEXE 1

LETTRE D'INVITATION À PARTICIPER AU PROJET DE RECHERCHE

Trois-Rivières, le 20 janvier 2018

Objet : Invitation à proposer la candidature d'enseignants pour participer à un projet de recherche

Madame, Monsieur,

Je me présente, Alexandre Gareau, doctorant en sciences de l'éducation à l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). Je mène actuellement une recherche doctorale ayant pour titre *Connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement d'enseignants du primaire exploitant les technologies de l'information et de la communication (TIC) dans les sciences et la technologie (S&T)*. L'objectif de cette recherche est de rencontrer des enseignants afin qu'ils puissent me partager ce qu'ils connaissent de l'exploitation des TIC dans un contexte d'enseignement des S&T au primaire.

Afin de rencontrer divers enseignants, je me réfère à vous puisque vous êtes la personne qui connaissez le mieux vos enseignants dans votre milieu. Ainsi, je vous invite à me partager les noms et les courriels d'enseignants qui d'une part, exploitent les TIC en classe, notamment lors de l'enseignement des S&T et d'autre part, peuvent avoir un intérêt à participer à cette recherche doctorale. Je pourrai, par la suite, contacter ces enseignants afin de présenter de façon plus exhaustive la nature de la recherche ainsi que de l'engagement. **Ce n'est qu'après cette présentation que chaque enseignant décidera s'il consent ou non à participer à la recherche.**

Cette recherche est approuvée par le comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'Université du Québec à Trois-Rivières et un certificat portant le numéro CER-17-240-07.02 a été émis le 24 novembre 2017. Pour toute question ou plainte d'ordre éthique concernant cette recherche, vous devez communiquer avec la secrétaire du comité d'éthique de la recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières, par téléphone (819) 376-5011, poste 2129 ou par courrier électronique CEREH@uqtr.ca. Je vous remercie sincèrement et je souhaite vraiment pouvoir collaborer avec vous et vos enseignants dans un avenir rapproché.

Alexandre Gareau
Doctorant en sciences de l'éducation, UQTR
Téléphone : 1-800-511-3382 poste 1057
Courriel : alexandre.gareau@uqtr.ca

ANNEXE 2
FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT

Titre du projet de recherche :	Connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement d'enseignants du primaire exploitant les TIC dans les sciences et la technologie
Chercheur responsable du projet de recherche :	Alexandre Gareau, Sciences de l'éducation, Doctorat en éducation, UQTR/UQAM
Membres de l'équipe de recherche :	Ghislain Samson, Sciences de l'éducation, UQTR, Directeur Sonia Lefebvre, Sciences de l'éducation, UQTR, Co-directrice
Source de financement :	Fonds de recherche du Québec en Société et culture (FRQSC)
Déclaration de conflit d'intérêts :	Aucun conflit d'intérêts

Préambule

Votre participation à la recherche, qui vise à mieux comprendre les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement lors de l'exploitation des technologies de l'information et de la communication en enseignement des sciences et de la technologie, serait grandement appréciée. Cependant, avant d'accepter de participer à ce projet et de signer ce formulaire d'information et de consentement, veuillez prendre le temps de lire ce formulaire. Il vous aidera à comprendre ce qu'implique votre éventuelle participation à la recherche de sorte que vous puissiez prendre une décision éclairée à ce sujet.

Ce formulaire peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles au chercheur responsable de ce projet de recherche ou à un membre de son équipe de recherche. Sentez-vous libre de leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair. Prenez tout le temps dont vous avez besoin pour lire et comprendre ce formulaire avant de prendre votre décision.

Objectifs et résumé du projet de recherche

En 2013, le Conseil supérieur de l'éducation publiait un rapport témoignant du statut précaire de l'enseignement des sciences et technologie (S&T) au primaire. En effet, il semble que l'enseignement des S&T s'avère problématique tant au Québec (Minier et Gauthier, 2006) qu'à l'échelle internationale (Milner, Sondergeld, Demir, Johnson et Czerniak, 2012). En vue de soutenir les enseignants du primaire, le service national du Réseau pour le développement des compétences des élèves par l'intégration des technologies (RÉCIT) de l'information et de la communication (TIC) en mathématiques, en S&T propose notamment d'intégrer les TIC dans les pratiques d'enseignement des S&T. Dans le cadre de cette recherche doctorale, l'objectif est d'étudier les connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement d'enseignants du primaire lors de l'exploitation des technologies de l'information et de la communication (TIC) en sciences et technologie (S&T). En somme, cette recherche doctorale souhaite rencontrer des enseignants du premier, deuxième et troisième cycle du primaire au Québec en vue d'identifier et de décrire les connaissances nécessaires pour soutenir de bonnes pratiques d'enseignement lors de l'exploitation des TIC en S&T. Pour répondre à cet objectif principal, le chercheur s'appuie sur le modèle théorique Technological pedagogical and content knowledge (TPaCK) de Koehler et Mishra (2009).

Nature et durée de votre participation

Votre participation à ce projet de recherche consiste à participer à trois temps de collecte de données.

- **Temps 1 : Questionnaire (environ 30 minutes)**
 - Avant d'entamer la recherche, le participant est appelé à remplir un questionnaire portant sur ses pratiques d'enseignement. Ce questionnaire doit se remplir avant la phase préactive. Cela ne demande aucune préparation de l'enseignant.
- **Temps 2 (Phase préactive de l'enseignement) : Entrevue (environ 60 minutes)**
 - Durant le temps 2, le chercheur rencontre le participant afin de discuter autour de questions prévues par le chercheur du contexte d'enseignement ainsi que des connaissances qu'il pense mobiliser dans sa pratique. Cela ne nécessite pas de préparation de la part du participant. Le lieu de l'entrevue se fait dans l'école en dehors des heures d'enseignement. L'entrevue est d'une durée approximative de 60 minutes. Cela ne demande aucune préparation de l'enseignant.
- **Temps 3 (Phase active de l'enseignement) : Période(s) d'observation en classe (environ 30 à 60 minutes chacune)**
 - Durant le temps 3, une ou des périodes d'observation sont prévues en classe afin d'observer le participant. Cette ou ces périodes d'observation sont planifiées selon l'horaire du participant et du chercheur. Pendant cette ou ces périodes d'observation, le participant doit idéalement exploiter les TIC ainsi qu'enseigner les S&T. Avec l'accord du participant, le chercheur peut proposer à ce dernier d'ajouter d'autres périodes d'observation afin de compléter son observation. Le lieu de l'observation se fait en classe pendant une période d'enseignement. Chaque période d'observation est d'une durée approximative de 30 à 60 minutes. Cela ne demande aucune préparation de l'enseignant.
- **Temps 4 (Phase postactive de l'enseignement) : Entrevue (environ 60 minutes)**
 - Durant le temps 4, le chercheur rencontre le participant afin de faire un retour sur la ou les périodes d'observation effectuées en classe. Cette entrevue est d'une durée approximative de 60 minutes et ne nécessite pas de préparation de la part de l'enseignant.

Risques et inconvénients

Aucun risque n'est associé à votre participation. Le temps consacré au projet, soit environ 3 à 5 périodes de 60 minutes, demeure le seul inconvénient.

Avantages ou bénéfices

La contribution à l'avancement des connaissances au sujet de l'exploitation des technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement des sciences et de la technologie au primaire est le seul bénéfice prévu à votre participation.

Compensation ou incitatif

Aucune compensation d'ordre monétaire n'est accordée.

Confidentialité

Les données recueillies par cette étude sont entièrement confidentielles et ne pourront en aucun cas mener à votre identification. Votre confidentialité sera assurée notamment par le remplacement de votre prénom par un nom fictif. Les résultats de la recherche, qui pourront être diffusés sous forme d'articles et de communications, ne permettront pas d'identifier les participants.

Les données recueillies seront conservées dans une base de données protégée par un mot de passe. Les seules personnes qui y auront accès seront le doctorant lui-même, Alexandre Gareau. Les données seront détruites à l'hiver 2021 par le doctorant Alexandre Gareau et ne seront pas utilisées à d'autres fins que celles décrites dans le présent document.

Participation volontaire

Votre participation à cette étude se fait sur une base volontaire. Vous êtes entièrement libre de participer ou non, de refuser de répondre à certaines questions ou de vous retirer en tout temps sans préjudice et sans avoir à fournir d'explications.

Lors de votre retrait, s'il y a lieu, toutes les données issues de votre participation seront supprimées dans l'immédiat.

Le chercheur se réserve aussi la possibilité de retirer un participant en lui fournissant des explications sur cette décision.

Responsable de la recherche

Pour obtenir de plus amples renseignements ou pour toute question concernant ce projet de recherche, vous pouvez communiquer avec Alexandre Gareau au 819-699-4142.

Surveillance des aspects éthique de la recherche

Cette recherche est approuvée par le comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'Université du Québec à Trois-Rivières et un certificat portant le numéro CER-17-240-07.02 a été émis le 24 novembre 2017.

Pour toute question ou plainte d'ordre éthique concernant cette recherche, vous devez communiquer avec la secrétaire du comité d'éthique de la recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières, par téléphone (819) 376-5011, poste 2129 ou par courrier électronique CEREH@uqtr.ca.

CONSENTEMENT**Engagement du chercheur**

Moi, Alexandre Gareau, m'engage à procéder à cette étude conformément à toutes les normes éthiques qui s'appliquent aux projets comportant la participation de sujets humains.

Consentement du participant

Je, _____, confirme avoir lu et compris la lettre d'information au sujet du projet « Connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement d'enseignants du primaire exploitant les OUTILS NUMÉRIQUES dans les sciences et la technologie ». J'ai bien saisi les conditions, les risques et les bienfaits éventuels de ma participation. On a répondu à toutes mes questions à mon entière satisfaction. J'ai disposé de suffisamment de temps pour réfléchir à ma décision de participer ou non à cette recherche. Je comprends que ma participation est entièrement volontaire et que je peux décider de me retirer en tout temps, sans aucun préjudice.

J'accepte donc librement de participer à ce projet de recherche

Participant:	Chercheur :
Signature :	Signature :
Nom :	Nom :
Date :	Date :

Participation à des études ultérieures

Acceptez-vous que le chercheur responsable du projet ou un membre de son personnel de recherche reprenne contact avec vous pour vous proposer de participer à d'autres projets de recherche? Bien sûr, lors de cet appel, vous serez libre d'accepter ou de refuser de participer aux projets de recherche proposés. Oui Non

Résultats de la recherche

Un résumé des résultats sera envoyé aux participants qui le souhaitent. Ce résumé ne sera cependant pas disponible avant le 31 août 2019. Indiquez l'adresse postale ou électronique à laquelle vous souhaitez que ce résumé vous parvienne :

Adresse :

Si cette adresse venait à changer, il vous faudra en informer le chercheur.

ANNEXE 3

**SONDAGE D'ENQUÊTE SUR L'EXPLOITATION DES TIC EN S&T AU
PRIMAIRE (ADAPTATION DE RABY, 2004)**

1. Sexe :
- Homme
 - Femme
2. Vous avez entre :
- 20-30 ans
 - 31-40 ans
 - 41-50 ans
 - 51-60 ans
 - 61 ans et plus
3. Votre expérience en enseignement est de :
- Moins de 1 an
 - 1 à 5 ans
 - 6 à 15 ans
 - 16 à 25 ans
 - 26 ans et plus
4. Cette année, en quelle(s) année(s) enseignez-vous?
- Préscolaire
 - Première année du premier cycle (1^{ère})
 - Deuxième année du premier cycle (2^e)
 - Première année du deuxième cycle (3^e)
 - Deuxième année du deuxième cycle (4^e)
 - Première année du troisième cycle (5^e)
 - Deuxième année du troisième cycle (6^e)
5. Enseignez-vous dans une école de :
- Moins de 200 élèves
 - Entre 201-400 élèves
 - Entre 401-700 élèves
 - Plus de 701 élèves
6. La majorité des élèves de votre école provient :
- D'un milieu socio-économique faible
 - D'un milieu socio-économique moyen
 - D'un milieu socio-économique élevé
 - Je ne sais pas
7. Quelle importance accordez-vous à l'enseignement des S&T au primaire?
- Très important
 - Assez important

- Moyennement important
 - Peu important
 - Pas important
8. Comment compariez-vous votre école aux autres écoles du Québec en termes d'équipements technologiques?
- Beaucoup mieux équipée
 - Assez bien équipée
 - Comparable aux autres écoles
 - Moins bien équipée
 - Vraiment moins bien équipée
 - Je ne sais pas
9. **À l'école**, avez-vous accès à :
- Un ordinateur
 - Un laboratoire informatique
 - Une caméra-document
 - Un appareil photo numérique
 - Une caméra vidéo numérique
 - Un tableau numérique interactif
 - Des tablettes électroniques
 - Un numériseur
 - Un projecteur électronique
 - Internet et courriel
 - Des portables
 - Un serveur
 - Autres : _____
10. **En classe**, avez-vous :
- Un ordinateur
 - Un laboratoire informatique
 - Une caméra-document
 - Un appareil photo numérique
 - Une caméra vidéo numérique
 - Un tableau numérique interactif
 - Des tablettes électroniques
 - Un numériseur
 - Un projecteur électronique
 - Internet et courriel
 - Des portables
 - Un serveur
 - Autres : _____
11. Quelles approches pédagogiques utilisez-vous en classe? :
- Enseignement en grand groupe
 - Centre d'activités
 - Enseignement coopératif

- Travail en projet
 - Résolution de problèmes
 - Investigations scientifiques
 - Autres : _____
12. **À la maison**, avez-vous accès à :
- Un ordinateur
 - Un téléphone intelligent
 - Un appareil photo numérique
 - Une caméra vidéo numérique
 - Un numériseur
 - Une tablette électronique
 - Internet et courriel
 - Autres : _____
13. Avez-vous :
- Une adresse électronique au travail
 - Une adresse électronique personnelle
 - Un site Web pour l'école
 - Un site Web pour votre classe
 - Un site Web personnel
14. Comment jugez-vous vos compétences par rapport à l'exploitation des TIC?
- Excellentes
 - Très bonnes
 - Bonnes
 - Moyennes
 - Faibles
15. Comment jugez-vous vos compétences par rapport à l'enseignement des S&T?
- Excellentes
 - Très bonnes
 - Bonnes
 - Moyennes
 - Faibles
16. Dans le cadre de votre enseignement, vous exploitez les TIC en S&T pour :
- Planifier et préparer votre enseignement
 - Consulter des sites proposant des activités et scénarios pédagogiques
 - Trouver des informations (ex. : sur un thème)
 - Évaluer vos élèves (ex. : calcul des notes, observations, etc.)
 - Gérer votre classe (ex. : absence des élèves, suivis des devoirs, etc.)
 - Présenter de la matière aux élèves
 - Utiliser une application. Si oui, laquelle : _____
 - Utiliser un logiciel. Si oui, lequel : _____
 - Je ne les utilise pas
 - Autres : _____
17. Depuis combien d'années exploitez-vous les TIC dans le cadre de votre travail?

- Depuis plus de 5 ans
 - Depuis 3-4 ans
 - Depuis 1-2 ans
 - Depuis moins de 1 an
 - Je ne les utilise pas pour mon travail
18. Dans ma classe, mes élèves utilisent les TIC en S&T pour (au maximum 5 exemples) :
19. Depuis combien d'années amenez-vous vos élèves à exploiter les TIC?
- Depuis plus de 5 ans
 - Depuis 3-4 ans
 - Depuis 1-2 ans
 - Depuis moins de 1 an
 - Je ne les utilise pas à des fins pédagogiques
20. Combien de temps par semaine, en moyenne, vos élèves sont-ils engagés dans des activités exploitant les TIC en S&T?
- Plus de 10 heures par semaine
 - Entre 5 à 9 heures par semaine
 - Entre 1 à 4 heures par semaine
 - Moins d'une heure par semaine
 - Mes élèves n'utilisent pas les TIC
22. Qu'est-ce qui a d'abord guidé votre choix d'exploiter les TIC en S&T?
- Les recommandations de l'équipe-école
 - Un projet de l'équipe-école
 - Un collègue
 - Les parents
 - L'intérêt des élèves
 - Mon intérêt personnel
 - L'intérêt d'une personne de mon entourage personnel
 - Je n'ai pas eu le choix
23. Décrivez brièvement un exemple d'une exploitation des TIC en S&T dans votre classe dont vous êtes particulièrement fier et satisfait.

ANNEXE 4

TRADUCTION LIBRE DU CANEVAS D'ENTREVUE DE HARRIS ET AL. (2012) EN LIEN AVEC LE MODÈLE TPACK

Protocole d'entrevue

Description de la leçon/du projet

1. Décrivez le contenu/le processus ou le sujet de la leçon/du projet.
2. Décrivez les objectifs d'apprentissage ciblés dans la leçon/le projet pour les élèves.
3. Décrivez vos élèves.
4. Comment la leçon/le projet se déroule dans votre classe?
5. Quelles technologies éducatives utilisez-vous?
6. Comment utilisez-vous ces technologies éducatives?
7. Comment vos élèves utilisent-ils ces technologies éducatives?
8. Décrivez toutes les informations contextuelles qui peuvent influencer votre leçon/votre projet.

Questions spécifiques au TPaCK

9. Comment les technologies utilisées dans cette leçon/ce projet correspondent-elles aux objectifs du contenu/processus?
 10. Pourquoi les technologies utilisées dans cette leçon/ce projet correspondent-elles aux objectifs du contenu/processus?
 11. Comment les technologies utilisées dans cette leçon/ce projet correspondent-elles aux stratégies d'enseignement que vous avez mobilisées?
 12. Pourquoi les technologies utilisées dans cette leçon/ce projet correspondent-elles aux stratégies d'enseignement que vous avez mobilisées?
 13. Comment les objectifs d'apprentissage, les stratégies d'enseignement et les technologies utilisées correspondent-ils à l'ensemble de cette leçon/ce projet?
 14. Pourquoi les objectifs d'apprentissage, les stratégies d'enseignement et les technologies utilisées correspondent-ils à l'ensemble de cette leçon/ce projet?
-

ANNEXE 5

CANEVAS D'ENTREVUE DE HARRIS ET AL. (2012)

Traduction libre et adaptation du canevas d'entrevue de Harris et al. (2012) en lien avec le modèle TPaCK (Phase préactive)

Protocole / Participant : _____ **Date :** _____ **Heure début :** _____

Accueil du participant

- Saluer le/la participant/e et lui souhaiter la bienvenue.
- Remercier le/la participant/e pour sa participation.
- Rappeler les objectifs de l'entrevue.
- Expliquer au participant que l'entrevue nécessitera environ 60 minutes.

Description de la leçon/du projet en sciences et technologie (S&T)

1. Dans le cadre de la leçon que j'observerai, quel contenu en S&T souhaitez-vous aborder?
 - a. [Autre formulation] Que souhaitez-vous aborder à l'intérieur de la leçon que j'observerai?
2. Dans le cadre de la leçon que j'observerai, quels sont les objectifs d'apprentissage ciblés?
 - a. [Approfondissement] Au regard du Programme de formation de l'école québécoise...
 - i. [Approfondissement] Domaines généraux de formation, compétences disciplinaires, compétences transversales...
3. Pouvez-vous me décrire vos élèves?
 - a. [Éléments à aborder] Leurs intérêts, leurs méthodes de travail, leurs forces, leurs défis...
4. Comment la leçon se déroulera-t-elle dans votre classe?
 - a. [Éléments à aborder] Répartition du temps, approche en éducation, méthode d'enseignement, stratégies pédagogiques, modalités d'évaluation
5. Quels seront les outils technologiques utilisés dans votre classe?
 - a. [Exemples] Appareil (TNI, tablette, ordinateur), logiciels, applications...
6. Comment utiliserez-vous cet ou ces outils technologiques en classe pour soutenir votre enseignement?

-
- a. [Exemples] Expérimentation, modelage, présentation, démonstration...
7. Comment vos élèves utiliseront-ils ces outils technologiques pour soutenir leurs apprentissages?
 - a. [Exemples] Travail d'équipe, présentation, communication, création...
 8. Décrivez toutes les informations contextuelles susceptibles d'influencer votre leçon/votre projet.

Questions spécifiques au TPaCK

15. Comment les outils technologiques qui seront utilisés dans le cadre de la leçon permettent-ils de répondre aux objectifs d'apprentissage en S&T (compétences, savoirs essentiels, etc.) ciblés? (*Poser la question en fonction des technologies et des objectifs d'apprentissage cités précédemment par l'enseignant*)
 - [Objectif de la question] Le participant doit traiter des fonctions technologiques des outils au regard des objectifs d'apprentissage en S&T.
16. [Rebondir sur la question précédente en utilisant spécifiquement les termes employés par le participant] En quoi les outils technologiques utilisés dans cette leçon s'avèrent-ils être les plus pertinents pour répondre aux objectifs du contenu en S&T?
 - [Objectif de la question] Le participant doit justifier explicitement le recours à cet ou ces outils technologiques spécifiques au regard des objectifs d'apprentissage.
17. Comment les outils technologiques utilisés dans cette leçon correspondent-ils aux stratégies d'enseignement que vous allez mobiliser? (*Poser la question en fonction des technologies et des méthodes d'enseignement citées précédemment par l'enseignant*)
 - [Autre formulation pour les méthodes d'enseignement] Comment les technologies utilisées dans la leçon permettent-elles de mobiliser les méthodes d'enseignement sélectionnées pour cette leçon?
 - [Autre formulation pour les stratégies pédagogiques] Comment les technologies utilisées dans la leçon permettent-elles de mobiliser les stratégies pédagogiques sélectionnées pour cette leçon?
 - [Autre formulation pour l'approche en éducation] Comment les technologies utilisées dans la leçon permettent-elles de mettre en oeuvre l'approche éducative?
 - [Autre formulation pour l'approche en éducation] Comment les technologies utilisées dans la leçon permettent-elles de mettre en oeuvre les modalités évaluatives prévues?
 - [Objectif de la question] Le participant doit lier les technologies utilisées aux stratégies d'enseignement mentionnées à la question 4.

18. [Rebondir sur la question précédente en utilisant spécifiquement les termes employés par le participant] En quoi les outils technologiques utilisés dans la leçon sont-ils les plus pertinents pour mobiliser les stratégies d'enseignement sélectionnées pour cette leçon?
- [Objectif de la question] Le participant doit justifier explicitement le recours à cet ou ces outils technologiques spécifiques au regard des stratégies d'enseignement.
19. Comment les objectifs d'apprentissage ciblés, les stratégies d'enseignement et les technologies utilisées en classe sont-ils arrimés ensemble afin de mettre en œuvre la leçon?
- [Objectif de la question] Le participant doit arrimer les éléments présentés précédemment.
20. [Rebondir sur la question précédente en utilisant spécifiquement les termes employés par le participant] En quoi la combinaison des objectifs d'apprentissage ciblés, des stratégies d'enseignement et des technologies utilisées est-elle la meilleure combinaison afin de mettre en œuvre la leçon?
- a. [Objectif de la question] Le participant doit justifier explicitement le recours à cet ou ces outils technologiques spécifiques au regard des stratégies d'enseignement et objectifs d'apprentissage.

Fin de l'entrevue

- Remercier les participants.
- Planifier la prochaine rencontre d'observation.

Heure fin : _____

ANNEXE 6

CANEVAS D'ENTREVUE POUR LA PHASE POSTACTIVE

Schéma d'entrevue (Phase postactive)¹⁴

Protocole / Participant : _____ **Date :** _____ **Heure début :** _____

Accueil du participant

- Saluer le/la participant/e et lui souhaiter la bienvenue.
- Remercier le/la participant/e pour sa participation.
- Rappeler les objectifs de cette entrevue finale.
- Expliquer au/à la participant/e que l'entrevue nécessitera environ 60 minutes.

Balises pour diriger l'entrevue

1. Traiter des séquences d'enseignement observées (chercheur et participant/e).
2. Faire un retour sur les séquences d'enseignement (participant/e).
3. Faire un retour sur les séquences d'enseignement (chercheur).
4. Traiter de l'arrimage entre ce qui était prévu initialement lors de la planification et ce qui s'est produit lors de la mise en œuvre (chercheur et participant/e).
5. Approfondir les connaissances du/de la participant/e au regard de ce qu'il/elle a réalisé lors de la planification et des séquences d'observation.

Fin de l'entrevue

- Remercier le/la participant/e pour sa participation.
- L'informer du moment de la sortie des résultats de la recherche.

Heure de fin : _____

¹⁴ Ce schéma d'entrevue permet de dresser quelques balises permettant d'orienter éventuellement celui-ci. Ce n'est qu'après les séquences d'observation qu'il sera possible d'élaborer des questions à la fois pertinentes et cohérentes avec ce qui s'est réellement passé lors de l'observation des pratiques du participant.

ANNEXE 7

ENTREVUE POUR LA PHASE POSTACTIVE (JULIE)

Canevas d'entrevue (Phase postactive)

Protocole / Participant : _____ **Date:** _____ **Heure début :** _____

Accueil du participant

- Saluer la participante et lui souhaiter la bienvenue.
- Remercier la participante pour sa participation.
- Rappeler les objectifs de cette entrevue finale.
- Expliquer à la participante que l'entrevue nécessitera environ 30 minutes.

Questions :

- 1) J'aimerais que tu me parles de ta perception par rapport au déroulement de l'activité avec tes élèves au regard :
 - a. du déroulement général;
 - b. de l'attitude des élèves;
 - c. de l'utilisation des technologies;
 - d. des notions abordées.
- 2) Entre ce que tu as prévu de faire et ce que tu as fait avec les élèves, est-ce qu'il y a eu des changements, notamment au regard de tes pratiques pédagogiques, des outils technologiques et des contenus à enseigner?
- 3) J'aimerais refaire le fil des événements avec toi. Dans la première période d'observation, il était question des 4 saisons, alors que dans la deuxième période d'observation, il était question du projet ayant pour titre Tomatosphère.
 - a. Dans un premier temps, j'aimerais savoir comment cela s'est terminé avec tes élèves dans l'activité portant sur les 4 saisons, notamment par rapport à l'évaluation ou à l'observation de leur travail.
 - b. Dans un deuxième temps, je souhaite t'entendre sur la façon que tu as procédé pour faire le lien avec le projet Tomatosphère.
- 4) Est-ce qu'à un moment ou un autre certains segments ont été ou seront évalués? Si oui, comment?
- 5) Certains élèves semblent très autonomes dans l'utilisation du iPad, alors que d'autres moins. À quoi tu attribues cela et pourquoi?
- 6) Comment a été l'utilisation du Padlet dans ta classe?
- 7) Si je te parle de compétences informationnelles, es-tu en mesure de me décrire c'est quoi et si oui, de faire des liens avec ce que tu as fait en classe?
- 8) Si je te parle de démarche scientifique, es-tu en mesure de me décrire c'est quoi et si oui, de faire des liens avec ce que tu as fait en classe?

-
- 9) J'ai trouvé cela particulièrement intéressant lorsque tu as simulé la façon de travailler en équipe. Qu'est-ce qui t'a poussée à réaliser cette simulation? Est-ce que cela remet en question ta façon de percevoir l'autonomie de tes élèves à travailler en équipe et à utiliser les technologies en équipe de travail?
- 10) Dans un monde idéal, peux-tu me décrire ce que serait ta classe?
- 11) En sachant que j'allais être présent, est-ce qu'il y a des éléments dans ta pratique que tu as modifiés volontairement?

Fin de l'entrevue

- Remercier la participante pour sa participation.
- L'informer du moment de la sortie des résultats de la recherche.

Heure de fin : _____

ANNEXE 8

ENTREVUE POUR LA PHASE POSTACTIVE (LINE)

Schéma d'entrevue (Phase postactive)

Protocole / Participant : Valéry Date : 2 octobre 2018 Heure début : 10 h 45

Accueil du participant

- Saluer la participante et lui souhaiter la bienvenue.
- Remercier la participante pour sa participation.
- Rappeler les objectifs de cette entrevue finale.
- Expliquer à la participante que l'entrevue nécessitera environ 30 minutes.

Questions :

- 1) J'aimerais que tu me parles de ta perception par rapport au déroulement de l'activité avec tes élèves au regard :
 - a. du déroulement général;
 - b. de l'attitude des élèves;
 - c. de l'utilisation des technologies;
 - d. des notions abordées.
- 2) Entre ce que tu as prévu de faire et ce que tu as fait avec les élèves, est-ce qu'il y a eu des changements, notamment au regard de tes pratiques pédagogiques, des outils technologiques et des contenus à enseigner?
- 3) J'ai trouvé cela particulièrement intéressant ta façon de former les équipes avec les rôles. Es-tu satisfaite du résultat? Pourquoi?
- 4) Y a-t-il des équipes qui te semblent avoir été moins efficaces? Pourquoi?
- 5) La plupart des élèves semblent très autonomes et compétents dans l'utilisation du iPad. À quoi tu attribues cela et pourquoi?
- 6) Le renforcement positif semble occuper une place importante pour toi. Pourquoi?
- 7) À plusieurs reprises, les élèves ont dû faire des liens avec les mathématiques. Serais-tu prête à avancer qu'il pourrait s'agir d'un projet interdisciplinaire? Pourquoi?
- 8) Est-ce qu'à un moment ou un autre certains segments ont été ou seront évalués? Si oui, comment?
- 9) Tout au long du projet, tu sembles avoir pris des notes. Était-ce pour l'évaluation?
- 10) J'ai observé plusieurs stratégies didactiques et j'aimerais t'entendre à ce sujet. Au-delà du fait de construire le robot et de le programmer, quelles stratégies didactiques ont été mises en place pour permettre à tes élèves de développer leurs savoir-faire?
- 11) Comment perçois-tu l'erreur dans les S&T?
- 12) Dans un monde idéal, peux-tu me décrire ce que serait ta classe?
- 13) En sachant que j'allais être présent, est-ce qu'il y a des éléments dans ta pratique que tu as modifiés volontairement?

Fin de l'entrevue

- Remercier la participante pour sa participation.
- L'informer du moment de la sortie des résultats de la recherche.

Heure de fin : _____

ANNEXE 9

ENTREVUE POUR LA PHASE POSTACTIVE (MANON)

Canevas d'entrevue (Phase postactive)

Protocole / Participant : _____ **Date :** _____ **Heure début :** _____

Accueil du participant

- Saluer la participante et lui souhaiter la bienvenue.
- Remercier la participante pour sa participation.
- Rappeler les objectifs de cette entrevue finale.
- Expliquer à la participante que l'entrevue nécessitera environ 30 minutes.

Questions :

- 1) Comment tu te sens quand tu enseignes les sciences?
- 2) J'aimerais que tu me parles de ta perception par rapport au déroulement de l'activité avec tes élèves au regard :
 - a. du déroulement général;
 - b. de l'attitude des élèves (garçons vs filles);
 - c. de l'utilisation des technologies;
 - d. des notions abordées.
- 3) Entre ce que tu as prévu de faire et ce que tu as fait avec les élèves, est-ce qu'il y a eu des changements, notamment au regard de tes pratiques pédagogiques, des outils technologiques et des contenus à enseigner?
- 4) Dans le cadre de tes cours, tu utilises plusieurs stratégies didactiques. Es-tu en mesure d'en identifier et d'expliquer pourquoi tu as opté pour ces stratégies?
 - a. *Connaissances antérieures, démarche d'investigation, démarche scientifique, analogie, questionnement, sémantique des mots (plus scientifiques)*
- 5) Tu as utilisé des documents de travail pour chacun des sens. Es-tu satisfaite? Qu'est-ce que tu modifierais ou pas, s'il y a lieu?
- 6) Lorsqu'il a été question de définir ce que voulait dire le mot « sens », vous avez eu recours au dictionnaire. Est-ce qu'il y aurait pu y avoir d'autres stratégies pour y arriver? Pourquoi?
- 7) Il y avait une façon bien établie lors du visionnement des vidéos explicatives. Pourquoi cette façon de faire est la meilleure selon toi?
- 8) Est-ce que cela t'a bien soutenue? Pourquoi?
- 9) Dans l'ensemble, peux-tu me parler des ateliers réalisés par les élèves? Est-ce que tu modifierais des choses?
- 10) Je crois qu'il y a eu un examen dans le cadre de ce projet. Qu'est-ce que cela t'a permis d'évaluer?
- 11) Tu as des élèves qui me semblent très dynamiques, très enthousiastes, voire doués. Est-ce seulement en sciences ou ailleurs? Pourquoi?

-
- 12) Dans un monde idéal, peux-tu me décrire ce que serait ta classe?
- 13) En sachant que j'allais être présent, est-ce qu'il y a des éléments dans ta pratique que tu as modifiés volontairement?

Fin de l'entrevue

- Remercier la participante pour sa participation.
- L'informer du moment de la sortie des résultats de la recherche.

Heure de fin : _____

ANNEXE 10

ENTREVUE POUR LA PHASE POSTACTIVE (ALICE)

Canevas d'entrevue (Phase postactive)

Protocole / Participant : _____ **Date :** _____ **Heure début :** _____

Accueil du participant

- Saluer la participante et lui souhaiter la bienvenue.
- Remercier la participante pour sa participation.
- Rappeler les objectifs de cette entrevue finale.
- Expliquer à la participante que l'entrevue nécessitera environ 30 minutes.

Questions :

- 1) J'aimerais que tu me parles de ta perception par rapport au déroulement de l'activité avec tes élèves au regard :
 - a. du déroulement général;
 - b. de l'attitude des élèves (garçons vs filles);
 - c. de l'utilisation des technologies;
 - d. des notions abordées.
- 2) Entre ce que tu as prévu de faire et ce que tu as fait avec les élèves, est-ce qu'il y a eu des changements, notamment au regard de tes pratiques pédagogiques, des outils technologiques et des contenus à enseigner?
- 3) Tu as conçu toi-même le document de travail de tes élèves. Es-tu satisfaite? Qu'est-ce que tu modifierais ou pas, s'il y a lieu?
- 4) J'ai remarqué que tu as consigné les herbiers de tes élèves. Est-ce qu'il y a eu une évaluation? Si oui, comment as-tu procédé? Y a-t-il eu un examen?
- 5) Dans le cadre de ton premier cours, tu as usé de plusieurs stratégies didactiques. Es-tu en mesure d'en identifier et d'expliquer pourquoi tu as opté pour ces stratégies?
 - a. *Questionnement (connaissances antérieures), analogie (bocal vs poisson rouge), observation (différenciation des feuilles), classification (selon le contour de la feuille), identification, sémantique, langage propre aux sciences (par exemple, cocotte vs cône)*
- 6) J'ai remarqué qu'une élève utilisait Google Document. Pourquoi elle seulement? Envisagerais-tu de permettre à tous les élèves d'utiliser Google Document? Pourquoi?
- 7) Comment qualifies-tu tes élèves par rapport à la recherche d'information/images sur Internet?
- 8) Est-ce que l'identification des feuilles (arbre) a été un défi? Pourquoi? Quelles ont été les solutions mises en place pour s'assurer de la véracité des informations?
- 9) Pour certain, l'herbier final consistait en un mélange de traitement de texte (Word) ou de PPT et d'un document papier. Serait-il possible, selon toi, de travailler uniquement à l'ordinateur pour construire l'herbier? Comment et pourquoi?

-
- 10) Dans le dernier cours, il y a eu une plénière notamment par rapport aux apports et aux limites d'utiliser l'ordinateur pour concevoir en partie l'herbier. Quelle était ton intention derrière cet échange? Souhaites-tu réaliser d'autres projets en sciences et technologie qui nécessitent l'usage de l'ordinateur?
 - 11) Dans un monde idéal, peux-tu me décrire ce que serait ta classe?
 - 12) En sachant que j'allais être présent, est-ce qu'il y a des éléments dans ta pratique que tu as modifiés volontairement?

Fin de l'entrevue

- Remercier la participante pour sa participation.
- L'informer du moment de la sortie des résultats de la recherche.

Heure de fin : _____

ANNEXE 11

ENTREVUE POUR LA PHASE POSTACTIVE (LUC)

Canevas d'entrevue (Phase postactive)

Protocole / Participant : _____ **Date :** _____ **Heure début :** _____

Accueil du participant

- Saluer le participant et lui souhaiter la bienvenue.
- Remercier le participant pour sa participation.
- Rappeler les objectifs de cette entrevue finale.
- Expliquer au participant que l'entrevue nécessitera environ 30 minutes.

Questions :

- 1) J'aimerais que tu me parles de ta perception par rapport au déroulement de l'activité avec tes élèves au regard :
 - a. du déroulement général;
 - b. de l'attitude des élèves;
 - c. de l'utilisation des technologies;
 - d. des notions abordées.
- 2) Est-ce que tu as des élèves dans ta classe qui présentent certains troubles ou déficits? Si oui, peux-tu m'en parler brièvement?
- 3) Entre ce que tu as prévu de faire et ce que tu as fait avec les élèves, est-ce qu'il y a eu des changements, notamment au regard de tes pratiques pédagogiques, des outils technologiques et des contenus à enseigner?
- 4) Lors de notre première rencontre, tu m'as expliqué vouloir rendre accessible des capsules vidéo à tes élèves en lien avec les erreurs de montage possible. Est-ce que tu as finalement décidé de ne pas les utiliser? Si oui, pourquoi?
- 5) Est-ce qu'à un moment ou un autre certains segments ont été ou seront évalués? Si oui, comment?
- 6) Au regard de ce que tu as fait dans l'année en S&T, le projet sur les « bébittes mécaniques » représente quel pourcentage des notions vues en S&T?
- 7) Si je te parle de démarche technologique, es-tu en mesure de me décrire c'est quoi et si oui, de faire des liens avec ce que tu as fait en classe?
- 8) J'ai remarqué que tu as interagi constamment avec tes élèves dans l'élaboration de la démarche technologique. Pourquoi c'est important pour toi de solliciter constamment la participation de tes élèves dans une telle démarche?
- 9) À la deuxième période de travail sur le projet, tu as tenté de présenter une vidéo sur YouTube. Cela n'a pas fonctionné. À quoi servait cette vidéo? Pourquoi aurait-elle été utile pour les élèves?
 - a. Si « vidéo sur les erreurs » : est-ce que les diverses erreurs présentées à l'aide de vrais modèles ça a été suffisant selon toi? Pourquoi?

-
- 10) Qu'est-ce que tu penses du projet des « bébittes mécaniques »? Qu'est-ce que tu modifierais ou bonifierais? Pourrait-on y ajouter davantage de ressources numériques?
 - 11) Dans un monde idéal, peux-tu me décrire ce que serait ta classe?
 - 12) En sachant que j'allais être présent, est-ce qu'il y a des éléments dans ta pratique que tu as modifiés volontairement?

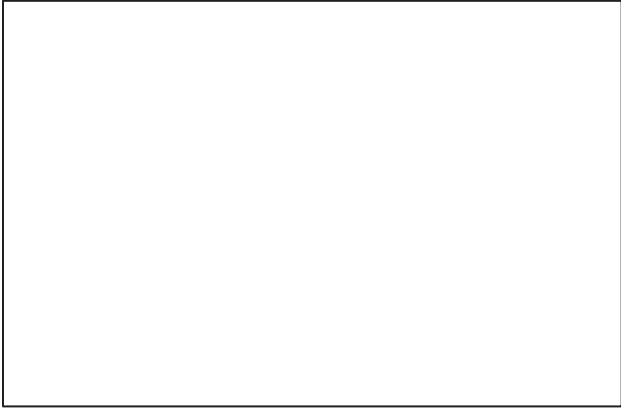
Fin de l'entrevue

- Remercier le participant pour sa participation.
- L'informer du moment de la sortie des résultats de la recherche.

Heure de fin : _____

ANNEXE 12

GRILLE D'OBSERVATION DES CONNAISSANCES MOBILISÉES DANS LES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT SELON LE MODÈLE TPACK DE KOEHLER ET MISHRA (2009)

Données contextuelles
École : _____ Groupe : _____ Code de l'observation : _____
Enseignant : _____ Niveau : _____
Période : _____ Date : __ / __ / __ Observateur : _____
Données pédagogiques
Caractéristique du groupe :
Plan de la classe : 
Nature de l'activité : Leçon / Projet / SAÉ / Autre : _____
Outils technologiques exploités :
Savoirs essentiels abordés en sciences et technologie :
Commentaire général sur la leçon ou le projet :

Pratiques observées		
Types de connaissances	Temps/heure	Événement
Connaissances pédagogiques		
Connaissances disciplinaires		
Connaissances technologiques		
Connaissances technopédagogiques		
Connaissances pédagogiques et disciplinaires		
Connaissances technologiques axées sur le contenu disciplinaire		
Connaissances technopédagogiques axées sur le contenu disciplinaire		

ANNEXE 13

ARBRE CATÉGORIEL POUR L'ANALYSE DES ENTREVUES ET DES OBSERVATIONS

Connaissances	Définitions des connaissances	Manifestation des connaissances (entrevues semi-structurées – préactive)	Manifestation des connaissances (observations - active)	Manifestation des connaissances (entrevues semi-structurées - postactive)
T	<ul style="list-style-type: none"> -Exploitation de matériel informatique -Habilités à communiquer (envoyer des courriels) -Préparation de supports visuels -Réalisation de plusieurs tâches qui impliquent les outils numériques 			
P	<ul style="list-style-type: none"> -Connaissances des processus, pratiques et méthodes d'enseignement -Bonne compréhension des théories d'apprentissage -Connaissances des processus d'évaluation et de gestion de classe 			
C	<ul style="list-style-type: none"> -Connaissances des contenus à enseigner -Connaissances liées aux concepts, aux procédures et aux théories du domaine -Connaissances de la nature des savoirs à enseigner -Connaissances des obstacles épistémologiques 			
TP	<ul style="list-style-type: none"> -Connaissances relatives aux outils technologies en contexte d'enseignement et d'apprentissage -Connaissances des potentialités des outils numériques lors d'une leçon, 			

Connaissances	Définitions des connaissances	Manifestation des connaissances (entrevues semi-structurées – préactive)	Manifestation des connaissances (observations - active)	Manifestation des connaissances (entrevues semi-structurées - postactive)
	d'un projet ou d'une autre activité pédagogique			
TC	<ul style="list-style-type: none"> -Connaissance de l'organisation des contenus et de leur appropriation par les élèves -Connaissances des modalités favorisant l'apprentissage d'un contenu spécifique, notamment en faisant des liens avec les nouvelles notions et les connaissances antérieures 			
PC	<ul style="list-style-type: none"> -Connaissance de la façon d'aborder du contenu à l'aide d'outils technologiques -Connaissance des potentialités d'un outil pour l'enseignement de contenu -Connaissance des limites et des avantages de l'outil technologique en fonction de l'objet traité 			
TPC	-Compréhension et négociation des relations entre les connaissances technologiques, pédagogiques et disciplinaires			

ANNEXE 14

CERTIFICAT D'ÉTHIQUE ET RENOUELEMENTS

2626



CERTIFICAT D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE AVEC DES ÊTRES HUMAINS

En vertu du mandat qui lui a été confié par l'Université, le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains a analysé et approuvé pour certification éthique le protocole de recherche suivant :

Titre : **Connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement d'enseignants du primaire exploitant les TIC dans les sciences et la technologie**

Chercheur(s) : Alexandre Gareau
Département des sciences de l'éducation

Organisme(s) : FRQSC

N° DU CERTIFICAT : CER-17-240-07.02

PÉRIODE DE VALIDITÉ : Du 24 novembre 2020 au 24 novembre 2021

En acceptant le certificat éthique, le chercheur s'engage à :

- Aviser le CER par écrit des changements apportés à son protocole de recherche avant leur entrée en vigueur;
- Procéder au renouvellement annuel du certificat tant et aussi longtemps que la recherche ne sera pas terminée;
- Aviser par écrit le CER de l'abandon ou de l'interruption prématurée de la recherche;
- Faire parvenir par écrit au CER un rapport final dans le mois suivant la fin de la recherche.

Me Richard LeBlanc
Président du comité

Fanny Longpré
Secrétaire du comité



Le 20 octobre 2020

Monsieur Alexandre Gareau
Étudiant
Département des sciences de l'éducation

Monsieur,

Les membres du comité d'éthique de la recherche vous remercient de leur avoir acheminé une demande de renouvellement pour votre protocole de recherche intitulé : **Connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement d'enseignants du primaire exploitant les TIC dans les sciences et la technologie (CER-17-240-07.02)** en date du 15 octobre 2020.

Lors de sa 271^e réunion qui aura lieu le 20 novembre 2020, le comité entérinera l'acceptation de la prolongation de votre certificat jusqu'au 24 novembre 2021. Cette décision porte le numéro CER-20-271-08-02.26.

En raison de la situation de pandémie de la COVID-19, les recherches avec des êtres humains en présentiel doivent être autorisées par le sous-comité de reprise des activités de recherche. Je vous invite à consulter la [page web](#) de l'UQTR sur la COVID-19, pour obtenir des renseignements supplémentaires. Les étudiants doivent se référer à leur directeur de recherche.

Veuillez agréer, Monsieur, mes salutations distinguées.

LA SECRÉTAIRE DU COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE



FANNY LONGPRÉ
Agente de recherche
Décanat de la recherche et de la création

FL/nr



2626

CERTIFICAT D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE AVEC DES ÊTRES HUMAINS

En vertu du mandat qui lui a été confié par l'Université, le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains a analysé et approuvé pour certification éthique le protocole de recherche suivant :

Titre : **Connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement d'enseignants du primaire exploitant les TIC dans les sciences et la technologie**

Chercheur(s) : Alexandre Gareau
Département des sciences de l'éducation

Organisme(s) : FRQSC

N° DU CERTIFICAT : CER-17-240-07.02

PÉRIODE DE VALIDITÉ : Du 24 novembre 2019 au 24 novembre 2020

En acceptant le certificat éthique, le chercheur s'engage à :

- Aviser le CER par écrit des changements apportés à son protocole de recherche avant leur entrée en vigueur;
- Procéder au renouvellement annuel du certificat tant et aussi longtemps que la recherche ne sera pas terminée;
- Aviser par écrit le CER de l'abandon ou de l'interruption prématurée de la recherche;
- Faire parvenir par écrit au CER un rapport final dans le mois suivant la fin de la recherche.

Bruce Maxwell
Président du comité

Fanny Longpré
Secrétaire du comité

Décanat de la recherche et de la création

Date d'émission : 30 octobre 2019



Le 30 octobre 2019

Monsieur Alexandre Gareau
Étudiant
Département des sciences de l'éducation

Monsieur,

Les membres du comité d'éthique de la recherche vous remercient de leur avoir acheminé une demande de renouvellement pour votre protocole de recherche intitulé : **Connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement d'enseignants du primaire exploitant les TIC dans les sciences et la technologie** (CER-17-240-07.02) en date du 24 octobre 2019.

Lors de sa 262^e réunion qui aura lieu le 15 novembre 2019, le comité entérinera l'acceptation de la prolongation de votre certificat jusqu'au 24 novembre 2020. Cette décision porte le numéro CER-19-262-08-02.31.

Veuillez agréer, Monsieur, mes salutations distinguées.

LA SECRÉTAIRE DU COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE

FANNY LONGPRÉ
Agente de recherche
Décanat de la recherche et de la création

FL/mct

p. j. Certificat d'éthique

c. c. M. Ghislain Samson, doyen de la gestion académique des affaires
professorales



CERTIFICAT D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE AVEC DES ÊTRES HUMAINS

En vertu du mandat qui lui a été confié par l'Université, le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains a analysé et approuvé pour certification éthique le protocole de recherche suivant :

Titre : **Connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement d'enseignants du primaire exploitant les TIC dans les sciences et la technologie**

Chercheur(s) : Alexandre Gareau
Département des sciences de l'éducation

Organisme(s) : FRQSC

N° DU CERTIFICAT : CER-17-240-07.02

PÉRIODE DE VALIDITÉ : Du 24 novembre 2018 au 24 novembre 2019

En acceptant le certificat éthique, le chercheur s'engage à :

- Aviser le CER par écrit des changements apportés à son protocole de recherche avant leur entrée en vigueur;
- Procéder au renouvellement annuel du certificat tant et aussi longtemps que la recherche ne sera pas terminée;
- Aviser par écrit le CER de l'abandon ou de l'interruption prématurée de la recherche;
- Faire parvenir par écrit au CER un rapport final dans le mois suivant la fin de la recherche.

Bruce Maxwell
Président du comité

Fanny Longpré
Secrétaire du comité

Décanat de la recherche et de la création

Date d'émission : 15 octobre 2018



Le 15 octobre 2018

Monsieur Alexandre Gareau
Étudiant
Département des sciences de l'éducation

Monsieur,

Les membres du comité d'éthique de la recherche vous remercient de leur avoir acheminé une demande de renouvellement pour votre protocole de recherche intitulé : **Connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement d'enseignants du primaire exploitant les TIC dans les sciences et la technologie** (CER-17-240-07.02) en date du 12 octobre 2018.

Lors de sa 251^e réunion qui aura lieu le 16 novembre 2018, le comité entérinera l'acceptation de la prolongation de votre certificat jusqu'au 24 novembre 2019. Cette décision porte le numéro CER-18-251-08-02.23.

Veuillez agréer, Monsieur, mes salutations distinguées.

LA SECRÉTAIRE DU COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE

FANNY LONGPRÉ
Agente de recherche
Décanat de la recherche et de la création

FL/mct

p. j. Certificat d'éthique

c. c. M. Ghislain Samson, doyen de la gestion académique des affaires
professorales



CERTIFICAT D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE AVEC DES ÊTRES HUMAINS

En vertu du mandat qui lui a été confié par l'Université, le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains a analysé et approuvé pour certification éthique le protocole de recherche suivant :

Titre : Connaissance mobilisées dans les pratiques d'enseignement d'enseignants du primaire exploitant les TIC dans les sciences et la technologie

Chercheur(s) : Alexandre Gareau
Département des sciences de l'éducation

Organisme(s) : FRQSC

N° DU CERTIFICAT : CER-17-240-07.02

PÉRIODE DE VALIDITÉ : Du 24 novembre 2017 au 24 novembre 2018

En acceptant le certificat éthique, le chercheur s'engage à :

- Aviser le CER par écrit des changements apportés à son protocole de recherche avant leur entrée en vigueur;
- Procéder au renouvellement annuel du certificat tant et aussi longtemps que la recherche ne sera pas terminée;
- Aviser par écrit le CER de l'abandon ou de l'interruption prématurée de la recherche;
- Faire parvenir par écrit au CER un rapport final dans le mois suivant la fin de la recherche.


Bruce Maxwell

Président du comité


Sophie Parent

Secrétaire du comité

Décanat de la recherche et de la création

Date d'émission : 24 novembre 2017

Le 24 novembre 2017

Monsieur Alexandre Gareau
Étudiant
Département des sciences de l'éducation

Monsieur,

J'accuse réception des documents corrigés nécessaires à la réalisation de votre protocole de recherche intitulé **Connaissances mobilisées dans les pratiques d'enseignement d'enseignants du primaire exploitant les TIC dans les sciences et la technologie** en date du 23 novembre 2017.

Une photocopie du certificat portant le numéro (CER-17-240-07.02) vous sera acheminée par courrier interne. Sa période de validité s'étend du 24 novembre 2017 au 24 novembre 2018.

Le comité vous demande tout de même de lui faire parvenir les lettres des directions d'écoles dont la participation est nécessaire à la réalisation de la recherche.

Nous vous invitons à prendre connaissance de votre certificat qui présente vos obligations à titre de responsable d'un projet de recherche.

Je vous souhaite la meilleure des chances dans vos travaux et vous prie d'agréer, Monsieur, mes salutations distinguées.

LA SECRÉTAIRE DU COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE

SOPHIE PARENT
Agente de recherche
Décanat de recherche et de la création

SP/kl

p. j. Certificat d'éthique

c. c. M. Ghislain Samson, professeur au Département des sciences de l'éducation

RÉFÉRENCES

- Akpinar, E. (2013). The use of interactive computer animations based on POE as a presentation tool in primary science teaching. *Journal of Science Education and Technology*, 23(4), 527-537.
- Albarello, L. (2011). *Choisir l'étude de cas comme méthode de recherche*. De Boeck.
- Al-Qirim, N. (2011). Determinants of interactive white board success in teaching in higher education institutions. *Computers & Education*, 56(3), 827-838.
- Amemado, D. (2010). Changements et évolution des universités conventionnelles sous l'influence des technologies de l'information et de la communication (TIC) : le cas du contexte universitaire nord-américain [thèse de doctorat inédite, Université de Montréal].
- Anadón, M. et Guillemette, F. (2006). La recherche qualitative est-elle nécessairement inductive? *Recherches qualitatives*, 5, 26-37.
- Angeli, C. et Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education*, 52(1), 154-168.
- Araújo-Oliveira, A. (2012). Étude des pratiques d'enseignement en sciences humaines au primaire : le cas des futurs enseignants en contexte de formation en milieu de pratique au Québec. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 15(2), 64-96.
- Archambault, L. (2016). Exploring the use of qualitative methods to examine TPACK. Dans M. C. Herring, P. Mishra et M. J. Koehler (dir.), *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (2^e éd., p. 65-86). Routledge.
- Astolfi, J.-P. (2008). *La saveur des savoirs: disciplines et plaisir d'apprendre*. ESF.
- Bachy, S. (2013). *L'enseignement en ligne à l'université et les spécificités disciplinaires* [thèse de doctorat inédite, Université catholique de Louvain].

- Bachy, S. (2014). TPKD, a New Definition of the TPACK Model for a University Setting. *European Journal of Open, Distance and E-learning*, 17(2), 15-39.
- Baribeau, C. (2009). Analyse des données des entretiens de groupe. *Recherches qualitatives*, 28(1), 98-114.
- Barma, S. (2008). Vers une lecture systémique du contexte, des enjeux et des contraintes du renouvellement des pratiques en éducation aux sciences au secondaire au Québec. *Revue canadienne des jeunes chercheuses et chercheurs en éducation*, 1(1), 1-17.
- Baron, G. L. (2014). Élèves, apprentissages et « numérique » : regard rétrospectif et perspectives. *Recherches en éducation*, 18(2), 91-103.
- Baron, G. L. et Bruillard, E. (2001). Une didactique de l'informatique? *Revue française de Pédagogie*, 163-172.
- Bernet, E. et Karsenti, T. (2013). Modes d'intégration et usages des TIC au troisième cycle du primaire : une étude multicas. *Éducation et francophonie*, 41(1), 45-69.
- Bibi, S. et Khan, S. H. (2017). TPACK in action: A study of a teacher educator's thoughts when planning to use ICT. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(4), 70-87.
- Blanchet, A. et Gotman, A. (2007). *L'enquête et ses méthodes : l'entretien*. Armand Colin.
- Bos, B. (2011). Professional development for elementary teachers using TPACK. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 11(2), 167-183.
- Bray, M. (2010). Les acteurs et objectifs de l'éducation comparée. Dans M. Bray, B. Adamson et M. Mason (dir.), *Recherche comparative en éducation. Approches et méthodes* (p. 27-48). De Boeck.
- Broccolichi, S. et Roditi, É. (2014). Analyses didactique et sociologique d'une pratique enseignante. *Revue française de pédagogie*, (3), 39-50.
- Bru, M. (2002). Pratiques enseignantes : des recherches à conforter et à développer. *Revue française de pédagogie*, 63-73.
- Bru, M. (2004). Les pratiques enseignantes comme objet de recherche. *Les pratiques enseignantes hors de la classe*, 281-299.

- Bru, M. et Maurice, J.-F. (2001). Les pratiques enseignantes : regards croisés. Dans T. Piot, *Notes critiques*, 173-174.
- Bru, M. et Talbot, L. (2001). Les pratiques enseignantes : une visée, des regards. Questions. Réponses. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, (5), 9-33.
- Callahan, C., Saye, J. et Brush, T. (2015). Supporting in-service teachers' professional teaching knowledge with educatively scaffolded digital curriculum. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 15(4), 568-599.
- Chai, C. S. (2019). Teacher professional development for science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A review from the perspectives of technological pedagogical content (TPACK). *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), 5-13.
- Chai, C. S., Jong, M., Yin, H. B., Chen, M. et Zhou, W. (2019). Validating and Modelling Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge for Integrative Science, Technology, Engineering and Mathematics Education. *Journal of Educational Technology & Society*, 22(3), 61-73.
- Chai, C. S., Koh, J. H.-L. et Tsai, C.-C. (2013). A Review of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Educational Technology & Society*, 16(2), 31-51.
- Charlier, B., Daele, A. et Deschryver, N. (2002). Vers une approche intégrée des technologies de l'information et de la communication dans les pratiques d'enseignement. *Revue des sciences de l'éducation*, 28(2), 345-365.
- Cheah, Y. H., Chai, C. S. et Toh, Y. (2019). Teachers' TPACK Evolvement in A Technology-Mediated Elementary Science Innovation: A Translation Perspective. Dans *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (p. 2417-2422). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Clanet, J. et Talbot, L. (2012). Analyse des pratiques d'enseignement. Éléments de cadrages théoriques et méthodologiques. *Phronesis*, 1(3), 4-18.
- Cochran, K. F., King, R. A. et De Ruiter, J. A. (1993). Pedagogical content knowledge: an integrative model for teacher preparation. *Journal of teacher Education*, 44(4), 263-272.
- Conseil supérieur de l'éducation. (1982). *Le sort des matières dites « secondaires » au primaire*. Gouvernement du Québec.

- Conseil supérieur de l'éducation. (2013). *L'enseignement de la science et de la technologie au primaire et au premier cycle du secondaire*. Gouvernement du Québec.
- Couture, C. (2002). *Étude du processus de co-construction d'une intervention en sciences de la nature au primaire par une collaboration praticien-chercheur* [thèse de doctorat inédite, Université du Québec à Chicoutimi].
- Cox, S. et Graham, C. R. (2009). Using an elaborated model of the TPACK framework to analyze and depict teacher knowledge. *TechTrends*, 53(5), 60-69.
- De Ketele, J. M. et Roegiers, X. (2009). *Méthodologie du recueil d'informations. Fondements des méthodes d'observation, de questionnaires, d'interviews et d'études de documents* (4^e éd.). De Boeck.
- Desgagné, S. (2007). Le défi de coproduction de « savoir » en recherche collaborative. Dans M. Anadon (dir.), *La recherche participative : multiples regards* (p. 89-124). Presses de l'Université du Québec.
- Diallo, A. (2011). *Les TIC à l'école élémentaire : étude du processus de construction des usages pédagogiques des TIC chez des instituteurs sénégalais* [thèse de doctorat inédite, Université de Montréal].
- Dionne, L. (2009). Analyser et comprendre le phénomène de la collaboration entre enseignants par la théorie enracinée : regard épistémologique et méthodologique. *Recherches qualitatives*, 28(1), 76-105.
- Doğan, M. (2012). Prospective Turkish primary teachers' views about the use of computers in mathematics education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 15(4), 329-341.
- Dolbec, A et Clément, J. (2011). La recherche-action. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (p. 181-208). Éditions du CRP.
- Doult, W. et Walker, S. A. (2014). "He's gone and wrote over it": the use of wikis for collaborative report writing in a primary school classroom. *Education*, 3-13, 42(6), 601-620.
- Ezzayani, A. (2013). *Les technologies éducatives et leurs rôles incitateurs de la motivation scolaire : leur apport dans l'enseignement de la géographie au niveau secondaire* [thèse de doctorat inédite, Université Laval].

- Fluckiger, C. (2008). L'école à l'épreuve de la culture numérique des élèves. *Revue française de pédagogie*, (2), 51-61.
- Gaudreau, L. (2011). *Guide pratique pour créer et évaluer une recherche scientifique en éducation*. Guérin.
- Gohier, C. (2011). Le cadre théorique. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : ses étapes, ses approches* (p. 99-126). ERPI.
- Goodnough, K., Azam, S. et Wells, P. (2019). Adopting Drone Technology in STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics): An Examination of Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(4), 398-414.
- Grégoire, R., Bracewell, R. et Laferrière, T. (1996). L'apport des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) à l'apprentissage des élèves du primaire et du secondaire. *Revue documentaire*.
- Guba, E. G. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. *Educational technology research and development*, 29(2), 75-91.
- Guibert, J. et Jumel, G. (1997). *Méthodologie des Pratiques de Terrain en Sciences Humaines et Sociales*. Armand Colin.
- Harris, J., Grandgenett, N. et Hofer, M. (2010). Testing a TPACK-based technology integration assessment rubric. Dans C. D. Maddux, D. Gibson et B. Dodge (dir.), *Research highlights in technology and teacher education 2010* (p. 323-331). Society for Information Technology & Teacher Education (SITE).
- Harris, J., Grandgenett, N. et Hofer, M. J. (2012). Testing an instrument using structured interviews to assess experienced teachers' TPACK. *Teacher Education Faculty Proceedings & Presentations*, 15.
<https://digitalcommons.unomaha.edu/tedfacproc/15>
- Harris, J. B. et Hofer, M. J. (2011). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) in action: A descriptive study of secondary teachers' curriculum-based, technology-related instructional planning. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(3), 211-229.
- Hasni, A. (2011). Problématiser, contextualiser et conceptualiser en sciences : point de vue d'enseignants du primaire sur leur pratique de classe. Dans A. Hasni et G. Baillat (dir.), *Pratiques d'enseignement des sciences et technologies : Regards sur la mise en oeuvre des réformes curriculaires et sur le*

développement des compétences professionnelles des enseignants (p. 105-140). Éditions et presses universitaires de Reims.

- Hechter, R. et Vermette, L. A. (2014). Tech-savvy science education? understanding teacher pedagogical practices for integrating technology in K-12 classrooms. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 33(1), 27-47.
- Heintzelman, S. C. (2017). *Integrating Technology to Engage Students with EBD: A Case Study of School Leader Support* [thèse de doctorat, Université du Kentucky].
- Herring, M. C., Meacham, S. et Mourlam, D. (2016). TPACK development in higher education. *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for educators*, 207.
- Hofer, M., Grandgenett, N., Harris, J. et Swan, K. (2011). Testing a TPACK-Based Technology Integration Observation Instrument. *Teacher Education Faculty Proceedings & Presentations*, 19, 4352-4359. AACE.
- Hsiao, H. S., Chang, C. S., Lin, C. Y. et Hu, P. M. (2014). Development of children's creativity and manual skills within digital game-based learning environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(4), 377-395.
- Hughes, J. E., Cheah, Y. H., Shi, Y. et Hsiao, K. H. (2020). Preservice and inservice teachers' pedagogical reasoning underlying their most-valued technology-supported instructional activities. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(4), 549-568.
- Hunter, F. (1953). *Community power structure*. The University of North Carolina Press.
- Hwang, G. J., Kuo, F. R., Chen, N. S. et Ho, H. J. (2014). Effects of an integrated concept mapping and web-based problem-solving approach on students' learning achievements, perceptions and cognitive loads. *Computers & Education*, 71, 77-86.
- Isik-Ercan, Z., Zeynep Inan, H., Nowak, J. A. et Kim, B. (2014). We put on the glasses and Moon comes closer! Urban Second Graders Exploring the Earth, the Sun and Moon Through 3D Technologies in a Science and Literacy Unit. *International Journal of Science Education*, 36(1), 129-156.
- Jamieson-Proctor, R., Albion, P., Finger, G., Cavanagh, R., Fitzgerald, R., Bond, T. et Grimbeek, P. (2013). Development of the TTF TPACK survey instrument. *Australian Educational Computing*, 27(3), 26-35.

- Karsenti, T. et Demers, S. (2004). L'étude de cas. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (p. 209-233). Éditions du CRP.
- Karsenti, T. et Demers, S. (2011). L'étude de cas. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (3^e éd., p. 229-251). Éditions du CRP.
- Kerawalla, L., Petrou, M. et Scanlon, E. (2012). Talk Factory: supporting exploratory talk around an interactive whiteboard in primary school science plenaries. *Technology, Pedagogy and Education*, 22(1), 89-102.
- Kersaint, G., Ritzhaupt, A. D. et Liu, F. (2014). Technology to enhance mathematics and science instruction: Changes in teacher perceptions after participating in a yearlong professional development program. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 33(1), 73-101.
- Koehler, M. et Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. Dans AACTE Committee on Innovation and Technology (dir.), *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (p. 3-29). Routledge.
- Koehler, M. et Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S. et Tay, L. Y. (2014). TPACK-in-Action: Unpacking the contextual influences of teachers' construction of technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 78, 20-29.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S. et Tsai, C. C. (2013). Examining practicing teachers' perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) pathways: a structural equation modeling approach. *Instructional Science*, 41(4), 793-809.
- Kung-Teck, W., Swee Choo, P. et Rosma, O. (2013). Affordances of Interactive Whiteboards and Associated Pedagogical Practices: Perspectives of Teachers of Science with Children Aged Five to Six Years. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 12(1), 1-8.
- La Madeleine, C. (2014). *L'enseignement des sciences et de la technologie au primaire et les TIC : une analyse didactique des pratiques* [mémoire de maîtrise inédit, Université de Montréal].

- Lebrun, M. (2012). *Classes inversées, Flipped Classrooms... Ça flippe quoi au juste?* Blog de M@rcel. Accès : <http://lebrunremy.be/WordPress/>
- L'Écuyer, R. (1990). *Méthodologie de l'analyse développementale de contenu méthode GPS et concept de soi*. Presses de l'Université du Québec.
- Lee, K., Suharwoto, G., Niess, M. et Sadri, P. (2006). Guiding inservice mathematics teachers in developing TPACK (technology pedagogical content knowledge). Dans *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 1.
- Lefebvre, S. (2005). *Pratiques d'enseignement et conceptions de l'enseignement et de l'apprentissage d'enseignants du primaire à divers niveaux du processus d'implantation des TIC* [thèse de doctorat inédite, Université du Québec à Trois-Rivières/Université du Québec à Montréal].
- Lefebvre, S., Melançon, J. et Lefrançois, E. (2012). Le Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) : un cadre pour aborder la littératie numérique d'enseignants du primaire en situation d'intégration des TIC. Dans M. Lebrun, N. Lacelle et J.-F. Boutin (dir.), *La littératie médiatique multimodale. De nouvelles approches en lecture-écriture à l'école et hors de l'école* (p. 61-75). Presses de l'Université du Québec.
- Lefebvre, S. et Samson, G. (2013). État des connaissances sur l'implantation du tableau numérique interactif (TNI) à l'école. *Revue sciences et technologies de l'information et de la communication pour l'éducation et la formation (STICEF)*, 20. http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2013/09-lefebvre/sticef_2013_lefebvre_09.htm
- Lefebvre, S., Samson, G., Gareau, A. et Brouillette, N. (2016). TPACK in Elementary and High School Teachers' Self-Reported Classroom Practices with the Interactive Whiteboard (IWB). *Canadian Journal of Learning and Technology*, 42(5). <https://cjlt.ca/index.php/cjlt/article/view/27521/20228>
- Lenoir, Y., Maubant, P., Hasni, A., Lebrun, J., Zaid, A., Habboub, E. et McConnell, A. (2006). À la recherche d'un cadre conceptuel pour analyser les pratiques d'enseignement. Communication présentée aux *Journées internationales sur les méthodes d'analyse des pratiques enseignantes : à quels cadres conceptuels recourir?* Université de Sherbrooke.
- Lieberman, A. (1986). Collaborative research: Working with, not working on. *Educational Leadership*, 43(5), 29-32.

- Ling Koh, J. H. (2019). TPACK design scaffolds for supporting teacher pedagogical change. *Educational technology research and development*, 67(3), 577-595.
- Mastafi, M. (2015). Intégrer les TIC dans l'enseignement : Quelles compétences pour les enseignants? *Formation et profession: revue scientifique internationale en éducation*, 23(2), 29-47.
- Melançon, J., Lefebvre, S. et Thibodeau, S. (2013). Sources d'influence de l'autoefficacité relative à un enseignement intégrant les TIC chez des enseignants du primaire. *Éducation et francophonie*, 41(1), 70-93.
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education*. Jossey-Bass Publishers.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation* (2^e éd.). Jossey-Bass Publishers.
- Miles, M. B. et Huberman, A. M. (1984). *Qualitative data analysis: A sourcebook of new methods*. Sage Publications.
- Miles, M. B. et Huberman, A. M. (2003). *Analyse des données qualitatives*. De Boeck.
- Milner, A. R., Sondergeld, T., Demir, K., Johnson, C. et Czerniak, C. (2012). Elementary teachers' beliefs and needs about teaching science: Examining the impact of pre/post NCLB testing in science. *Journal of Science Teacher Education*, 23, 111-132.
- Minier, P. et Gauthier, D. (2006). Représentations des activités d'enseignement-apprentissage en sciences et liens avec les stratégies pédagogiques déployées par des enseignants du primaire. *Journal international sur les Représentations sociales*, 3(1), 35-46.
- Ministère de l'Éducation. (2020). *Référentiel des compétences professionnelles – Profession enseignante*. Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec. (2001). *Programme de formation de l'école québécoise*. Gouvernement du Québec
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. (2006). *Programme de formation de l'école québécoise*. Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. (2018). *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur*. Gouvernement du Québec.

- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. (2019). *Cadre de référence de la compétence numérique*. Gouvernement du Québec.
- Mishra, P. et Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teacher College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mourlam, D. J. (2015). *The ongoing faculty development system: A case study exploring content methods teacher education faculty technological, pedagogical, content knowledge development* [thèse de doctorat, University of Northern Iowa].
- Mucchielli, A. (1996). *Dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines et sociales*. Armand Colin.
- Mucchielli, A. (2009). *Dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines* (3^e éd.). Armand Colin.
- Mulet, J., Van De Leemput, C. et Amadiou, F. (2019). A critical literature review of perceptions of tablets for learning in primary and secondary schools. *Educational Psychology Review*, 31(3), 631-662.
- Niess, M. L., Lee, K., Sadri, P. et Suharwoto, G. (2006). Guiding inservice mathematics teachers in developing a Technology Pedagogical Knowledge (TPCK). Communication présentée à l'*Annual meeting of the American Educational Research Association [AERA]*, San Francisco.
- Office québécois de la langue française. (2008). *Technologies de l'information et de la communication*. http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8349341
- Otrell-Cass, K., Khoo, E. et Cowie, B. (2012). Scaffolding with and through videos: An example of ICT-TPaCK. *Contemporary Issues in Technology & Teacher Education*, 12(4), 369-390.
- Paillé, P. (1994). L'analyse par théorisation ancrée. *Cahiers de recherche sociologique*, (23), 147-181.
- Phillips, M., Koehler, M. J., Rosenberg, J. M. et Zunica, B. (2017). Unpacking TPACK: reconsidering knowledge and context in teacher practice. Dans *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (p. 2422-2429). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

- Polly, D. et Hannafin, M. J. (2011). Examining how learner-centered professional development influences teachers' espoused and enacted practices. *The Journal of Educational Research*, 104(2), 120-130.
- Pourtois, J.-P. et Desmet, H. (2007). *Épistémologie et instrumentation en sciences humaines*. Mardaga.
- Raby, C. (2004). *Analyse du cheminement qui a mené des enseignants du primaire à développer une utilisation exemplaire des technologies de l'information et de la communication (TIC) en classe* [thèse de doctorat inédite, Université du Québec à Montréal].
- Rasmy, A. et Karsenti, T. (2016). Les déterminants de la motivation des enseignants en contexte de développement professionnel continu lié à l'intégration des technologies. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire/ International Journal of Technologies in Higher Education*, 13(1), 17-35.
- Robert, A. et Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques: une double approche. *Canadian Journal of Math, Science & Technology Education*, 2(4), 505-528.
- Roy, S. N. (2009). L'étude de cas. Dans B. Gauthier (dir.), *Recherche sociale de la problématique à la collecte de données* (5^e éd., p. 199-225). Presses de l'Université du Québec.
- Royer, C., Baribeau, C. et Duchesne, A. (2009). Les entretiens individuels dans la recherche en sciences sociales au Québec : où en sommes-nous? Un panorama des usages. *Recherches qualitatives*, 7, 64-79.
- Samson, G. (2004). *Le transfert de connaissances entre les mathématiques et les sciences. Une étude exploratoire auprès d'élèves de 4^e secondaire* [thèse de doctorat inédite, Université du Québec à Trois-Rivières/Université du Québec à Montréal].
- Samson, G., Lefebvre, S. et Gareau, A. (2016). *L'impact de l'utilisation des tableaux numériques interactifs (TNI) sur les pratiques pédagogiques des enseignants du primaire et du secondaire*. Rapport scientifique présenté au ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS).
- Savoie-Zajc, L. (1996). Triangulation (technique de validation par). Dans A. Mucchielli (dir.), *Dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines et sociales* (p. 261-262). Armand Colin.

- Savoie-Zajc, L. et Karsenti, T. (2011). La recherche qualitative/interprétative. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches*. (p. 123-147). ERPI.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J. et Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) the development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Segall, A. (2004). Revisiting pedagogical content knowledge: the pedagogy of content/the content of pedagogy. *Teaching and Teacher Education*, 20(5), 489-504.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (2007). Ceux qui comprennent. Le développement de la connaissance dans l'enseignement. *Éducation & Didactique*, 1(1), 97-114.
- Skutil, M. et Maněnová, M. (2012). Interactive whiteboard in the primary school environment. *International Journal of Education and Information Technologies*, 1(6), 123-130.
- Slough, S. et Connell, M. (2006). Defining technogogy and its natural corollary, Technogological Content Knowledge (TCK). Dans *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (p. 1053-1059). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Spallanzani, C., Biron, D., Larose, F., Lebrun, J., Lenoir, Y., Masselter, G. et Roy, G. R. (2001). *Le manuel scolaire au Québec. Ce qu'en disent des enseignantes du primaire*. Éditions du CRP.
- Stake, R. E. (1995). *The Art of Case Study Research*. Sage Publications.
- Stake, R. E. (2006). *Multiple case study analysis*. Guilford Press.
- Stockless, A. et Beaupré, J. (2014). *La compétence TIC chez les enseignants du primaire et du secondaire*. Rapport du sondage technopédagogique. Commission scolaire des Affluents et RÉCIT.
- Stockless, A., Villeneuve, S. et Gingras, B. (2018). Maitrise d'outils technologiques : son influence sur la compétence TIC des enseignants et les usages pédagogiques| Mastery of Digital Tools: The Influence on Information and

- Communication Technologies Competency and Pedagogical Use. *Canadian Journal of Learning and Technology/La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 44(2).
- Sugar, W. et van Tryon, P. J. S. (2014). Development of a virtual technology coach to support technology integration for K-12 educators. *TechTrends*, 58(3), 54-62.
- Sun, D., Looi, C. K. et Xie, W. (2014). Collaborative Inquiry with a Web-Based Science Learning Environment: When Teachers Enact It Differently. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 390-403.
- Tavares, R., Marques Vieira, R. et Pedro, L. (2021). Mobile App for Science Education: Designing the Learning Approach. *Education Sciences*, 11(2), 79.
- Thouin, M. (2009). Les langages des sciences et des technologies : outils de communication et véhicules de la pensée. *Québec français*, (154), 117-119.
- Thouin, M. (2014). *Réaliser une recherche en didactique*. Éditions MultiMondes.
- Töman, U., Gürbüz, F. et Çimer, S. O. (2013). The view of science and technology teachers about computer assisted instruction. *Mevlana International Journal of Education (MIJE)*, 3(2), 77-87.
- Urbina, A. et Polly, D. (2017). Examining elementary school teachers' integration of technology and enactment of TPACK in mathematics. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 34(5), 439-451.
- Valanides, N. et Angeli, C. (2008). Professional development for computer-enhanced learning: A case study with science teachers. *Research in Science and Technological Education*, 26(1), 3-12.
- Van der Maren, J.-M. (1993). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Librairie de l'Université de Montréal.
- Van der Maren, J.-M. (1995). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Presses de l'Université de Montréal.
- Van der Maren, J.-M. (1996). *Méthodes de recherche pour l'éducation* (2^e éd.). Presses de l'Université de Montréal.
- van Driel, J. H, Verloop, N. et Devos, W. (1998). Developing science teacher's pedagogical content knowledge. *Journal of research in science Teaching*, 35(6).

- Vermersch, P. (1991). L'entretien d'explicitation dans la formation expérientielle organisée. *La formation expérientielle des adultes*, 271-284.
- Willis, J. W. (2007). *Foundations of qualitative research: Interpretive and critical approaches*. Sage Publications.
- Yeh, Y., Lin, T., Hsu, Y., Wu, H. et Hwang, F. (2015). Science Teachers' Proficiency Levels and Patterns of TPACK in a Practical Context. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 78-90.
- Yin, R. K. (1994). *Case Study research. Design and methods* (2^e éd.). Sage Publications.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study research. Design and Methods* (3^e éd.). Sage Publications.
- Yin, R. K. (2014). *Case Study research. Design and Methods* (5^e éd.). Sage Publications.