

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté d'éducation

Comprendre les manifestations de la dimension critique de la pensée statistique

chez des élèves du secondaire

par

Khoi Mai Huy

Thèse présentée à la Faculté d'éducation

en vue de l'obtention du grade de

Ph. D.

Programme de doctorat en éducation

Décembre 2021

© Khoi Mai Huy, 2021

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté d'éducation

Comprendre les manifestations de la dimension critique de la pensée statistique
chez des élèves du secondaire

par

Khoi Mai Huy

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Laurent Theis Professeur titulaire Université de Sherbrooke	Directeur de la recherche
Mathieu Gagnon Professeur agrégé Université de Sherbrooke	Codirecteur de la recherche
Hassane Squalli Université de Sherbrooke	Membre du jury
Annie Savard Université McGill	Membre du jury
Georges Kpazai Université Laurentienne	Membre externe du jury

Thèse déposée le 3 décembre 2021

SOMMAIRE

Un quart de siècle de transformation numérique a permis l'arrivée de l'ère des données. De l'introduction du courrier électronique à l'analyse de mégadonnées, en passant par le haut débit, le Wi-Fi, le stockage infonuagique et l'explosion des réseaux sociaux, notre quotidien ne sera plus jamais comme avant, car l'information est devenue accessible partout et en tout temps. Plus que jamais, il est nécessaire que les citoyens d'aujourd'hui et de demain comprennent et interprètent les données afin de pouvoir prendre des décisions éclairées, à plus forte raison du fait qu'ils risquent d'être exposés et influencés, voire manipulés, par l'énorme masse de données dans les médias et sur les réseaux sociaux.

Notre thèse de doctorat porte sur la compréhension des manifestations de la dimension critique de la pensée statistique chez des élèves du secondaire lors de la résolution de problème statistique.

Le cadre de référence de la thèse se fonde sur les définitions de la pensée statistique (PS par la suite) et du cadre conceptuel de Wild et Pfannkuch (1999) ainsi que sur l'articulation du cycle d'interrogation de ce cadre à l'aide de la grille d'analyse des pratiques critiques (Gagnon, 2008, 2011a). Vers la fin du cadre de référence de notre thèse, nous présentons notre proposition d'une définition opérationnelle du cycle d'interrogation de la PS, incluant ses cinq composantes, à savoir Générer, Rechercher, Interpréter, Critiquer et Juger. La manifestation de ces cinq composantes a été observée en complémentarité de la mobilisation d'un ou de plusieurs types d'intervention de pratiques critiques, tels que : une intervention non justifiée, justifiée,

contextuelle, critériée, éthique, évaluative, métacognitive, épistémique ou encore autocritique et autocorrectrice.

Afin de pouvoir réaliser ces analyses fines et répondre, d'abord, à notre objectif général de recherche qui est de comprendre les manifestations de la dimension critique de la pensée statistique chez des élèves du secondaire, et par extension à nos questions spécifiques de recherche¹, nous avons également élaboré une définition opérationnelle du cycle d'interrogation de la PS ainsi qu'une grille d'analyse pour pouvoir analyser en détail chacune des cinq composantes de la dimension 3 (cycle d'interrogation) de la PS.

Nous avons réalisé un sondage auprès d'une classe de deuxième année du secondaire de la région métropolitaine de Montréal, au Québec. Les résultats du sondage ont été compilés et présentés à cette classe afin que des équipes formulent des questions statistiques qui les intéressent. Ensuite, une analyse a priori des questions les plus pertinentes a été effectuée par le chercheur. La question statistique finalement retenue est « Est-ce que les filles de la classe consomment plus de fruits et de légumes par jour que les garçons? ». La résolution de ce problème statistique s'est déroulée sur trois séances de 50 minutes en classe et se terminait avec une plénière où plusieurs équipes d'élèves ont présenté leurs techniques d'analyse et leurs résultats à la classe. Ces éléments ont été discutés lors de cette plénière.

¹ Nos questions spécifiques de recherches concernent non seulement les manifestations du cycle d'interrogation des élèves lorsqu'ils élaborent des statistiques, pendant leur travail en équipe et pendant les plénières, mais également les types d'intervention de pratiques critiques des élèves du secondaire quand ils abordent les statistiques, ainsi que la justification de leurs démarches et de leurs décisions basées sur les statistiques.

En ce qui concerne la méthodologie de notre thèse, les données de la thèse sont transcrites entièrement, puis codées à l'aide de notre grille à double entrée. L'analyse des données, appuyée par une analyse a priori de la tâche statistique, consiste en l'analyse du travail d'équipe des élèves de la classe de deuxième année du secondaire qui ont participé à l'étude, ainsi qu'en l'analyse de la plénière avec leur présentation et discussion des réponses à la question statistique. Sur la base de la richesse de leurs discussions intraéquipes et de la pertinence de leur technique développée pour répondre à la question statistique, trois équipes ont été sélectionnées et leur travail a fait l'objet d'analyses approfondies aux fins de notre recherche.

Nos résultats de recherche permettent, entre autres, de mener une discussion riche des pratiques critiques des élèves du secondaire à l'égard de chacune des cinq composantes de la dimension 3 de la PS. En effet, nous avons pu dégager, par exemple, le fait que non seulement la nature de la tâche statistique, mais aussi les rapports aux savoirs des élèves ont joué un rôle dans la mobilisation distincte (en termes de quantité et de qualité) de chacune des cinq composantes du cycle d'interrogation de la PS lors de la résolution de cette tâche. Plus précisément, nos résultats de recherche indiquent que le contexte dans lequel les élèves mènent leur réflexion et leurs discussions, et la nature de la tâche statistique, semblent influencer, ou délimiter les types d'interventions de pratiques critiques mobilisées par les élèves, et ce, à l'intérieur de leurs équipes (pendant le travail d'équipe), mais également dans les interactions entre les équipes (pendant les plénières).

Mots-clés : Pensée statistique, pensée critique, apprentissage de la statistique au secondaire, cycle d'interrogation de la pensée statistique, résolution de problème statistique, types d'intervention de pratiques critiques

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
PREMIER CHAPITRE. PROBLÉMATIQUE	3
1. LA PLACE DE LA STATISTIQUE DANS LA SOCIÉTÉ	3
1.1 Définition de la statistique.....	4
1.1.1 Statistique descriptive.....	5
1.1.2 Statistique inférentielle.....	6
2. LA PLACE DE L'ENSEIGNEMENT DE LA STATISTIQUE À L'ÉCOLE	7
3. L'ENSEIGNEMENT DE LA STATISTIQUE AU PRIMAIRE ET AU SECONDAIRE AU QUÉBEC.....	9
4. LA PLACE DE LA PENSÉE CRITIQUE DANS LA SOCIÉTÉ	12
4.1 Introduction à la pensée critique.....	12
4.1.1 Visions actuelles de la pensée critique au niveau international	14
4.2 « Exercer son jugement critique » comme compétence au secondaire au Québec	16
5. ARTICULATION DES LIENS DANS LA LITTÉRATURE ENTRE LA PENSÉE CRITIQUE ET L'ENSEIGNEMENT DE LA STATISTIQUE	17
6. PERTINENCE SCIENTIFIQUE DE LA RECHERCHE.....	27
7. OBJECTIF GÉNÉRAL DE RECHERCHE.....	28
DEUXIÈME CHAPITRE. CADRE DE RÉFÉRENCE	29
1. PRINCIPAUX MODÈLES DE LA PENSÉE STATISTIQUE ET LEURS FONDEMENTS THÉORIQUES.....	30
2. MODÈLE QUADRIDIMENSIONNEL DE LA PENSÉE STATISTIQUE DE WILD ET PFANNKUCH	31
2.1 Une lecture synthétique du modèle	33
2.2 La dimension 1 ou le processus d'investigation statistique.....	36
2.3 La dimension 2 ou les types de pensée pour la pensée statistique	36
2.4 La dimension 3 ou le cycle d'interrogation.....	39
2.5 La dimension 4 ou les dispositions pour la pensée statistique	42

3. JUSTIFICATION DU MODÈLE PRIVILÉGIÉ DE LA PENSÉE STATISTIQUE POUR NOTRE CADRE	44
4. PRINCIPAUX MODÈLES ET DÉFINITIONS DE LA PENSÉE CRITIQUE	46
4.1 Définitions connues de la pensée critique	46
4.2 Critères et choix de définitions de la pensée critique pour le domaine de la didactique des mathématiques.....	50
4.2.1 Normativité de la pensée critique	51
4.2.2 Mode évaluatif de la pensée critique.....	52
4.2.3 Mobilisation d'éléments de PC dans le modèle de pensée statistique selon Wild et Pfannkuch	53
4.2.4 Mobilisation générique ou spécifique de la pensée critique dans un contexte disciplinaire	54
4.2.5 Choix de définition de la pensée critique	55
5. UNE DÉFINITION À VISÉE OPÉRATIONNELLE DE LA PENSÉE CRITIQUE	55
5.1 Grille d'analyse des pratiques critiques d'élèves en situation de résolution de problèmes.	56
5.2 Avantages et limites de la grille proposée par Gagnon	59
6. ARTICULATION DU CADRE POUR LA PS DE WILD ET PFANNKUCH AVEC LA GRILLE D'ANALYSE DES PRATIQUES CRITIQUES	61
7. PROPOSITION D'UNE DÉFINITION OPÉRATIONNELLE DU CYCLE D'INTERROGATION DE LA PS DE WILD ET PFANNKUCH.....	65
8. QUESTIONS SPÉCIFIQUES DE RECHERCHE.....	73
TROISIÈME CHAPITRE. MÉTHODOLOGIE.....	75
1. MÉTHODOLOGIE QUALITATIVE	75
1.1 Expérimentation didactique.....	75
2. CHOIX DU MILIEU ET SÉLECTION DES PARTICIPANTS.....	79
3. SÉLECTION ET DESCRIPTION DE LA TÂCHE STATISTIQUE.....	83
3.1 Description du sondage réalisé dans la classe ainsi que des données compilées	83
4. DÉROULEMENT DE L'EXPÉRIMENTATION ET RÔLES DES PARTICIPANTS.....	85
5. INSTRUMENTS ET MOMENTS DE Collecte DES DONNÉES	89
5.1 Instruments de collecte de données	89

5.1.1 Enregistrement vidéo.....	89
5.1.2 Collecte du matériel écrit des élèves	90
6. MODALITÉS D'ANALYSE ET DE TRAITEMENT DES DONNÉES.....	91
6.1 Conversion des données (verbatim)	91
6.2 Étapes de l'analyse	91
6.2.1 Analyse du matériel collecté	92
6.2.2 Examen des données à l'aide de la grille d'analyse	94
6.2.3 Traitement des données	96
7. CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES.....	97
QUATRIÈME CHAPITRE. ANALYSE DES DONNÉES	99
1. ANALYSE A PRIORI DE LA TÂCHE	99
1.1 Considérations générales au regard de plusieurs données.....	101
1.2 Rôle du contexte dans la clarification de plusieurs réponses de la variable du nombre de fruits mangés.....	103
1.3 Technique faisant référence à une moyenne	105
1.3.1 Moyenne de toutes les filles (8), comparée à la moyenne de tous les garçons (22).....	105
1.4 Comparer les sommes après égalisation des effectifs des groupes à comparer	106
1.5 Techniques travaillant sur les rapports	107
1.6 Techniques de comparaison des distributions à l'aide d'un graphique.....	108
1.6.1 Comparaison des distributions selon l'ordre de l'apparition des données	109
2. PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE ORANGE	110
2.1 Synopsis équipe ORANGE	110
2.2 Bilan du codage de l'équipe ORANGE.....	117
2.3 Présentation du travail de l'équipe ORANGE.....	119
2.3.1 Recours de la moyenne chez l'équipe ORANGE.....	119
2.3.2 Discussion sur la validité et la prise en compte de certaines données.....	125
2.3.3 Discussion sur la représentation des résultats par un diagramme	135
3. PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE ROUGE	139
3.1 Synopsis équipe ROUGE	140

3.2	Bilan du codage de l'équipe ROUGE	145
3.3	Présentation du travail de l'équipe ROUGE	146
3.3.1	Recours à la moyenne par l'équipe ROUGE.....	147
3.3.2	Discussion sur la validité et prise en compte de certaines réponses.....	154
3.3.3	Discussion sur la représentation des résultats par un diagramme	161
4.	PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE JAUNE	166
4.1	Synopsis équipe JAUNE	166
4.2	Bilan du codage de l'équipe JAUNE.....	172
4.3	Présentation du travail de l'équipe JAUNE.....	173
4.3.1	Recours à la moyenne de l'équipe JAUNE	173
4.3.2	Discussion sur la prise en compte des réponses non quantitatives.....	186
5.	ANALYSE DE LA PLÉNIÈRE AVEC LA PRÉSENTATION ET DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ÉQUIPES CIBLÉES	201
5.1	Résumé de la plénière et présentation des résultats.....	201
5.2	Bilan du codage de la plénière présentation des résultats	202
5.3	Moments marquants de la présentation et discussion des résultats des trois équipes	203
5.3.1	Interventions de l'équipe ORANGE	203
5.3.2	Interventions de l'équipe ROUGE	204
5.3.3	Interventions de l'équipe JAUNE	206
	CINQUIÈME CHAPITRE. DISCUSSION ET CONCLUSION	208
1.	ENJEUX DE L'ARTICULATION DES DONNÉES DES ÉQUIPES.....	208
1.1	Discussion des manifestations de la dimension 3 de la pensée statistique chez les trois équipes.....	208
1.1.1	Discussion des manifestations de la composante Générer	208
1.1.2	Discussion des manifestations de la composante Rechercher.....	220
1.1.3	Discussion des manifestations de la composante Interpréter	226
1.1.4	Discussion des manifestations de la composante Critiquer.....	232
1.1.5	Discussion des manifestations de la composante Juger	240
1.2	Discussion de quelques constats généraux	247

2. DISCUSSION DES CONSTATS SUR LES INTERVENTIONS DE PRATIQUES CRITIQUES.....	252
3. DISCUSSION SUR LES ENJEUX SOUS-JACENTS DE LA TECHNIQUE DE LA MOYENNE ET SUR LES VARIABLES DIDACTIQUES DE LA TÂCHE.....	259
4. CONCLUSIONS ET PISTES DE RÉFLEXION	264
4.1 Résumé de la recherche.....	265
4.2 Apports de la recherche.....	267
4.2.1 Retour sur les interventions concernant les variables didactiques	267
4.2.2 Apports sur le plan des outils méthodologiques : le cas de notre grille d'analyse à double entrée	268
4.2.3 En guise de conclusion : une compréhension de la dimension critique de la PS grâce à une recherche exploratoire avec une analyse en profondeur de la dimension 3 de la PS	270
4.3 Limites de la recherche et perspectives de recherche.....	271
4.3.1 Limites de la recherche.....	271
4.3.2 Perspectives de recherche.....	273
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	276

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Synthèse du cadre conceptuel quadridimensionnel de Wild et Pfannkuch (1999).....	35
Tableau 2. Description des 10 types d'intervention des pratiques critiques.....	58
Tableau 3. Définition opérationnelle de la dimension 3 (cycle d'interrogation) de la pensée statistique selon Wild et Pfannkuch.....	68
Tableau 4. Grille d'analyse à double entrée pour coder les verbatim.....	93
Tableau 5. Compilation des réponses à la question "combien de fruits et de légumes manges-tu par jour?" selon chaque sexe.....	100
Tableau 6. Pourcentages des manifestations de l'équipe ORANGE des cinq composantes de la dimension 3 de la PS en fonction des 10 types d'interventions des pratiques critiques.....	118
Tableau 7. Pourcentages des manifestations de l'équipe ROUGE des cinq composantes de la dimension 3 de la PS en fonction des 10 types d'interventions des pratiques critiques.....	145
Tableau 8. Pourcentages des manifestations de l'équipe JAUNE des cinq composantes de la dimension 3 de la PS en fonction des 10 types d'interventions des pratiques critiques.....	172
Tableau 9. Pourcentages des interventions selon les types d'interventions de pratiques critiques lors de la plénière.....	202
Tableau 10. Tableau comparatif des manifestations de la composante Générer au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 2.....	210
Tableau 11. Tableau comparatif des manifestations de la composante Générer au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 3.....	216
Tableau 12. Tableau comparatif des manifestations de la composante Rechercher au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 2.....	221
Tableau 13. Tableau comparatif des manifestations de la composante Rechercher au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 3.....	224
Tableau 14. Tableau comparatif des manifestations de la composante Interpréter au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 2.....	227
Tableau 15. Tableau comparatif des manifestations de la composante Interpréter au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 3.....	229

Tableau 16. Tableau comparatif des manifestations de la composante Critiquer au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 2.....	233
Tableau 17. Tableau comparatif des manifestations de la composante Critiquer au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 3.....	237
Tableau 18. Tableau comparatif des manifestations de la composante Juger au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 2	241
Tableau 19. Tableau comparatif des manifestations de la composante Juger au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 3	244

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Modèle quadridimensionnel pour la pensée statistique.....	33
Figure 2. Interventions constitutives des pratiques critiques (Gagnon, 2011a).....	59
Figure 3. Interrelations entre contexte et statistiques (Wild et Pfannkuch, 1999, p. 228).....	64
Figure 4. Schéma du cycle d'interrogation (Wild et Pfannkuch, 1999) alimenté par les 10 types d'intervention des pratiques critique (Gagnon, 2011a).....	72
Figure 5. Diagrammes en bandes pour la comparaison des distributions.....	109
Figure 6. L'équipe ORANGE en train de compter le nombre des garçons de la classe.....	113
Figure 7. Bande représentant la somme des fruits et légumes obtenue pour les 8 filles (31).....	117
Figure 8. Discussion sur la réalisation d'un diagramme de l'équipe ORANGE	137
Figure 9. Diagramme final de l'équipe ORANGE avec les deux moyennes calculées sous forme de légende	139
Figure 10. Équipe ROUGE et son diagramme commencé des « garçons » avec l'axe Y	144
Figure 12. Les calculs et résultats d'Ali.....	171
Figure 13. Les calculs et résultats de Sam et Andy	171

À mes parents.

*« La statistique a démontré que la mortalité
dans l'armée augmente sensiblement
en temps de guerre. »*

Alphonse Allais,
Le Chat noir

*« It is the mark of an educated person
to search for the same kind of clarity
in each topic to the extent that
the nature of the matter accepts it. »*

Aristotle,
Nicomachean Ethics

*Hùng cứ châu Hoan đất một vùng,
Van An thành lũy khói hương xông,
Bốn phương Mai Đế lừng uy đức,
Trăm trận Lý Đường phục võ công.
Lam Thủy trắng in, tằm ngạc lặn,
Hùng Sơn gió lặng, khói lang không.
Đường đi công vải từ đây dứt,
Dân nước đời đời hưởng phúc chung.*

Poème vietnamien à la mémoire de
Mai Thúc Loan (Mai Hắc Đế),
Héros national du Vietnam

Le chemin est long, les racines sont amères, mais le fruit est doux.

Thầy Chuong Môn Phạm Xuân Tong
Maître fondateur testamentaire de la méthode Qwan Ki Do
Kungfu sino-vietnamien

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je tiens à remercier très sincèrement mon directeur de recherche, Laurent Theis, qui a su me diriger avec un intérêt tout à fait exceptionnel et constant, et assurer un encadrement édifiant tout le long de mon processus de doctorat. Il a grandement contribué au développement de mes réflexions et de ma posture de chercheur en didactique des mathématiques. Aussi, je remercie sincèrement mon codirecteur de recherche, Mathieu Gagnon, d'avoir contribué à développer mon grand intérêt pour la pensée critique en éducation, mes connaissances dans ce domaine et aussi à construire ma propre pensée critique.

Ensuite, mon remerciement spécial est destiné aux trois autres membres du jury, les professeurs Hassane Squalli, Annie Savard et Georges Kpazaï. Leurs commentaires et suggestions pertinents et inspirants sur ma thèse ainsi que nos discussions très riches lors de ma soutenance de thèse ont contribué à faire avancer davantage mes réflexions et mon regard critique sur mes travaux de recherche en tant que jeune didacticien des mathématiques.

Je tiens aussi à remercier de tout mon cœur mes parents, et mes deux sœurs cadettes pour leur soutien inconditionnel malgré la grande distance qui nous sépare depuis des années.

Un grand merci aussi à ma conjointe Janie et à mon fils Léo, qui m'ont soutenu et qui m'ont procuré des moments de bonheur, et qui ont su partager avec moi des moments difficiles inhérents au processus de doctorat. Je vous aime.

Je remercie également Alexandra, l'enseignante qui a aimablement accepté que je fasse l'expérimentation et la cueillette de mes données dans sa classe et avec ses élèves de secondaire.

Je dis également merci à Denise pour son travail exceptionnel de révision linguistique de ma thèse. Et un merci sincère à mon ami Kim Long qui a accepté de réviser les mises en page de cette thèse à la dernière minute.

Finalement, je tiens à remercier la Faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke ainsi que le CREAS pour leur soutien financier au début de mes études doctorales.

INTRODUCTION

L'accès à l'information et aux données statistiques est aujourd'hui permanent et omniprésent, grâce à Internet et aux médias (Burrill et Biehler, 2013; Martin, Thibault, Vermette, Manuel et Mai Huy, 2017; Pfannkuch et Rubick, 2002, Savard et Manuel, 2016) et est fréquemment utilisé afin d'influencer l'opinion publique. Considérant les rapports aux savoirs que d'aucuns entretiennent face aux données quantitatives (Gagnon, 2008, 2011a), il apparaît nécessaire d'offrir aux citoyens, et en particulier aux jeunes, des opportunités pour développer une pensée critique à l'égard de ces données (Best, 2001; Burrill et Biehler, 2013; Cobb, 1999; Colaço, 2014; McClain, Cobb et Gravemeijer, 2000; Cobb et Moore, 2000; Savard et Manuel, 2016; Whitin, 2006). Des recherches en didactique des mathématiques appuient l'importance de la pensée critique à l'égard des statistiques et plaident pour qu'une réflexion portant sur des données statistiques soit réalisée de manière appuyée par une pensée critique, c'est-à-dire par le biais de connaissances disciplinaires et d'une posture évaluative pour aborder des situations quantitatives (Burrill et Biehler, 2013; Shaughnessy, 2007; Whitin, 2006). Or, à notre connaissance, même si les recherches en didactique des mathématiques reconnaissent l'importance de la dimension critique d'une pensée statistique (PS), aucune recherche n'a opérationnalisé ni analysé comment se manifesterait cette dimension dans le contexte de l'apprentissage des statistiques au secondaire (Wild et Pfannkuch, 1999).

Ainsi, l'objectif de notre recherche doctorale est de comprendre les manifestations de la dimension critique de la pensée statistique chez des élèves du secondaire.

La thèse se divise en cinq chapitres. Le premier chapitre est en lien avec le contexte dans lequel se situe la place de la statistique dans la société et de son enseignement à l'école. Ce chapitre présente également un aperçu des recherches qui justifient l'intérêt de décrire une articulation dans la littérature scientifique entre la pensée critique et l'enseignement de la statistique. Le deuxième chapitre est réservé au cadre de référence de la recherche, traitant des définitions de la PS et du cadre conceptuel de Wild et Pfannkuch (1999), privilégié pour notre thèse, ainsi que de l'articulation de ce cadre avec la grille d'analyse des pratiques critiques (Gagnon, 2008, 2011a). Il se termine par notre proposition d'une définition opérationnelle du cycle d'interrogation de la PS. Le troisième chapitre présente la méthodologie de recherche, soit la nature de la recherche privilégiée, le choix des outils pour la collecte de données ainsi que la méthode d'analyse des données recueillies, notamment grâce à la grille à double entrée que nous proposons. Ce chapitre aborde aussi l'échantillon ciblé (trois équipes d'élèves) ainsi que les processus de recrutement pour le recueil de données. Le chapitre quatre de l'analyse des données met en évidence la partie empirique de la recherche, notamment les caractéristiques des trois équipes, une analyse a priori de la tâche statistique, l'analyse du travail d'équipe des élèves à l'aide de notre grille à double entrée, ainsi que l'analyse de la plénière avec leur présentation et discussion des réponses à la question statistique. Finalement, le dernier chapitre concerne la discussion de nos résultats de recherche, ainsi que la conclusion de la thèse, les apports, les limites de la thèse et des pistes de réflexion pour des recherches futures.

PREMIER CHAPITRE. PROBLÉMATIQUE

1. LA PLACE DE LA STATISTIQUE DANS LA SOCIÉTÉ

Aujourd'hui, et plus que jamais, il est difficile de participer aux débats qui portent sur des questions importantes de l'éducation, de la société, de la politique, de l'environnement ou encore de la santé, sans comprendre et interpréter des données statistiques, et sans jugement sur la validité des résultats (Cobb, 1999; Gattuso, 2006, 2008, 2011).

Dans le même sens, plusieurs auteurs soulignent la nécessité de comprendre et d'interpréter la statistique pour les citoyens pour prendre des décisions dans la vie de tous les jours, quand ils risquent d'être exposés à la masse des données dans les médias (Cobb, 1999; Everson, Gundlach et Miller, 2013; Lajoie, Jacobs et Lavigne, 1995; Lloyd et Robertson, 2012). Ces données risquent d'être acceptées facilement par les gens sans qu'ils réfléchissent d'une façon critique sur leur viabilité. De plus, dans plusieurs cas, les données sont sélectionnées ou détournées de façon à mener la population à penser ou agir dans un certain sens souhaité, par les dirigeants politiques, par des médias, ou encore par des publicités s'adressant à une grande masse. Contre ces dangers de manipulations possibles statistiques des médias et de la politique, Huff (1954), à l'époque de la guerre froide, souligne déjà dans son livre *How to lie with statistics* la nécessité d'être constamment informé et de développer ses connaissances en statistiques car, dans le cas contraire, tout citoyen court le risque d'être facilement manipulable.

D'autres chercheurs soulignent que par l'utilisation de l'Internet, des ordinateurs et des médias à grande échelle dans le monde entier, on ne peut plus nier une présence et un usage

importants et quotidiens des données statistiques par notre société (Gattuso, 2008; Pfannkuch et Rubick, 2002; Savard et Manuel, 2016).

C'est pour ces raisons que d'autres chercheurs appuient l'importance d'introduire les concepts statistiques de base dans le curriculum scolaire au niveau du primaire (Gattuso, 2011; Mai Huy, 2013; Mai Huy, Theis et Mary, 2013; Pereira-Mendoza, 1995; Scheaffer, 2001, 2002, Zieffler, Garfield et Fry, 2017) et au niveau secondaire (Garfield, 1995; Garfield et Ahlgren, 1998; Gattuso, 2008; Pfannkuch et Rubick, 2002; Savard et Manuel, 2016, Zieffler et al., 2017). Une éducation statistique de base est ainsi considérée comme faisant partie du bagage mathématique nécessaire au citoyen d'aujourd'hui.

En résumé, ces auteurs soulèvent donc l'importance de l'enjeu sociopolitique des statistiques pour les citoyens d'une société démocratique, et donc l'importance du rôle majeur de l'enseignement et de l'apprentissage de la statistique à l'école.

Tout d'abord, nous définirons la notion de la statistique, incluant ses deux branches, à savoir la statistique descriptive et la statistique inférentielle.

1.1 Définition de la statistique

De manière générale, on peut parler de la statistique comme l'étude d'observations. Les domaines d'application de la statistique sont abondants et variés; presque tous les domaines qui travaillent avec des observations numériques peuvent devenir des champs d'application. La statistique s'applique donc entre autres, à la justice, en biologie, en marketing, en assurances, en

psychologie, en politique, en médecine, ou encore à la production industrielle. De par sa nature, elle joue un rôle essentiel dans les domaines qui se développent actuellement à grande vitesse pour tirer avantage des bases de données massives construites par les institutions publiques et privées, comme la science des données et l'intelligence d'affaires.

Ainsi, nous pouvons définir, de manière générale, que la statistique est l'ensemble des instruments et de recherches mathématiques permettant de déterminer les caractéristiques d'un ensemble de données (généralement vaste). La statistique est la science ayant pour objet l'étude quantitative des populations, à l'aide de données représentatives, le plus souvent incomplètes, et comportant généralement, de ce fait, un caractère d'incertitude (Braham et Ben-Zvi, 2019). La statistique comme activité regroupe deux branches principales :

- le traitement des données collectées, aussi appelé la statistique descriptive ;
- l'interprétation des données, aussi appelée statistique inférentielle, s'appuyant sur la théorie des sondages et la statistique mathématique.

1.1.1 Statistique descriptive

La statistique descriptive est le type de statistiques qui vient probablement à l'esprit de la plupart des gens lorsqu'ils entendent le mot « statistique ». Dans cette branche de la statistique, le but est de décrire. La statistique descriptive fait référence à une discipline qui décrit quantitativement les caractéristiques importantes de l'ensemble de données, en utilisant des mesures numériques. Pour décrire les propriétés, il utilise des mesures de tendance centrale, à

savoir la moyenne, la médiane, le mode et les mesures de dispersion, c'est-à-dire la plage, l'écart type, l'écart et la variance, etc. (Gattuso et Vermette, 2013; Shaughnessy, 2007).

Les données sont résumées par le chercheur, de manière utile, à l'aide d'outils numériques tels que des graphiques et des tableaux, afin de représenter les données de manière précise. De plus, le texte est présenté à l'appui des diagrammes, pour expliquer ce qu'ils représentent (Cobb, 1999; Ben-Zvi et Garfield, 2004; Gattuso et Vermette, 2013; Wild et Pfannkuch, 1999).

1.1.2 Statistique inférentielle

La statistique inférentielle est réalisée grâce aux calculs mathématiques complexes qui permettent aux scientifiques de déduire des tendances concernant une population plus large en se basant sur l'étude d'un échantillon prélevé sur celle-ci. Les chercheurs ont recours à des statistiques inférentielles pour étudier et comprendre les relations entre les variables au sein d'un échantillon, puis réaliser des généralisations ou des prédictions sur la manière dont ces variables seront reliées à une population plus large (Schindler et Seidouvy, 2019).

Il est habituellement impossible d'examiner chaque membre de la population de manière individuelle. Les scientifiques choisissent donc un sous-ensemble représentatif de la population, appelé échantillon statistique, et à partir de cette analyse, ils sont capables de tirer des conclusions sur la population dont provient l'échantillon.

De façon générale, nous pouvons dire que la statistique descriptive collecte, organise, analyse et présente de manière significative les données. De son côté, la statistique inférentielle

compare les données, vérifie les hypothèses et fait des prévisions sur les résultats futurs. Alors que la statistique descriptive s'appuie principalement sur un raisonnement lié à la variabilité, la statistique inférentielle utilise davantage un raisonnement lié à l'incertitude et à la prédiction (Savard, 2014).

Dans le cadre de notre thèse, nous nous limiterons à la statistique descriptive, et ce parce que les participants à notre recherche doctorale sont des élèves du niveau du secondaire, et ainsi la tâche statistique est adaptée également à leur niveau scolaire. Nous détaillerons les raisons plus bas lorsque nous traiterons l'enseignement de la statistique au primaire et au secondaire au Québec.

2. LA PLACE DE L'ENSEIGNEMENT DE LA STATISTIQUE À L'ÉCOLE

Gattuso (2011) et Shaughnessy (2006) rapportent qu'à partir des années 1980, avec l'introduction de la calculatrice dans les écoles, plusieurs recherches, surtout aux États-Unis, s'intéressent à la question de l'amélioration de l'enseignement et de l'apprentissage de la statistique. Mais pendant cette période, la statistique reste encore à l'écart des programmes de mathématiques scolaires du secondaire et également du primaire. Ce n'est qu'à partir des années 1990, avec la publication des standards du National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000), que les programmes mathématiques scolaires et les textes officiels ont commencé à prendre au sérieux l'enseignement et l'apprentissage de la statistique (Shaughnessy, 2006).

Dans *Principles and Standards for School Mathematics*, le NCTM (2000) inclut la statistique parmi les cinq contenus qui sont essentiels pour les mathématiques scolaires, au même titre que les nombres et les opérations, l'algèbre, la géométrie et la mesure.

Au Québec, une importance semblable est accordée à la statistique dans les programmes scolaires. En effet, dans le Programme de formation de l'école québécoise (PFEQ) (Gouvernement du Québec, 2016), la statistique figure parmi les savoirs essentiels en mathématiques à l'école primaire, avec l'arithmétique, la mesure, la géométrie et les probabilités (Gouvernement du Québec, 2008). Dans ce contexte, la statistique représente un domaine qui est abordé dès le début de l'école primaire. L'accent est mis sur la formulation des questions d'enquête, sur la collecte, la description et l'organisation de données, sur la représentation des données à l'aide de différentes sortes de tableaux de même que sur l'interprétation des données et sur le sens et le calcul de la moyenne arithmétique. La statistique se poursuit au niveau secondaire (Gattuso et Vermette, 2013). Au 1^{er} cycle, selon le programme (Gouvernement du Québec, 2006), les élèves réalisent des études à l'aide de sondages et de recensements. Les élèves s'approprient des outils de traitement des données qu'ils ont recueillis ou non, et ce, afin d'en tirer des informations. En ce qui concerne la collecte de données, les élèves vont découvrir différentes méthodes d'échantillonnage (aléatoire simple et systématique). Pour les représentations des données, le diagramme circulaire s'ajoute aux représentations possibles à construire. Les élèves doivent choisir le ou les diagrammes permettant d'illustrer une situation de façon appropriée. Enfin pour le premier cycle du secondaire, en ce qui a trait à l'analyse et à l'interprétation des distributions,

les élèves apprennent à calculer différentes mesures, telles que le minimum, le maximum, l'étendue et la moyenne, et à chercher d'éventuelles sources de biais.

Avec Scheaffer (2001, 2002, 2006) et Gattuso (2011), nous pensons que l'enseignement de la statistique devrait commencer à l'école primaire et qu'il devrait faire partie de la formation à tous les niveaux. Plusieurs recherches, comme celle de Schwartz et Whitin (2006) menée auprès des élèves de 4 ans, montrent qu'on peut faire de la statistique avec succès même à la maternelle, sous réserve que les enseignants soient formés à l'enseignement de la statistique et soient bien préparés pour l'expérimentation en classe en collaboration avec une chercheuse ou un chercheur.

3. L'ENSEIGNEMENT DE LA STATISTIQUE AU PRIMAIRE ET AU SECONDAIRE AU QUÉBEC

À leur introduction dans les curriculums scolaires dans les années 1970, les cours de statistique mettaient en majorité l'accent sur le calcul et négligeaient le développement d'une pensée statistique (Utts, 2002; Gattuso et Vermette, 2013). Cependant, avec le développement rapide et l'apport de la technologie, on pouvait observer des changements et une évolution dans l'enseignement de la statistique à l'école. En effet, dans les années 1990, les calculatrices à affichage graphique, ainsi que des logiciels de statistiques plus spécialisés largement utilisés pour des analyses statistiques simples ou complexes, faisaient leur entrée dans les écoles. Ces outils performants éliminaient en grande partie le temps de calculs mentaux et écrits et offraient plus de possibilités et de temps pour l'analyse des données en classe à des niveaux scolaires supérieurs. Aux niveaux primaire et secondaire, l'introduction et l'utilisation des calculatrices dans la classe

aidaient les élèves dans leurs calculs de base en statistique (Moore, 1997). Nous pouvons mentionner, par exemple, le logiciel tableur Excel, développé par Microsoft au début des années 1980 et utilisé largement à partir des années 1990. Il est destiné au grand public et est facile d'utilisation, en permettant, entre autres, de faire des calculs numériques simples et d'organiser des données. Il offre également la possibilité de dessiner certains graphiques de visualisation ou de confectionner des tableaux simples. Son utilisation est davantage enseignée au niveau secondaire ou collégial (17 à 18 ans) (Gattuso et Vermette, 2013). Nous pouvons mentionner aussi le logiciel TinkerPlots (développé par Konold et Miller), adapté pour les jeunes à partir du niveau secondaire, et le logiciel de statistique SPSS (appelé PASW depuis 2009), plus complexe et destiné davantage au niveau collégial ou universitaire.

On peut observer ainsi qu'en enseignement de la statistique, grâce aux logiciels adaptés et spécialisés en statistique, comme les trois logiciels plus connus déjà nommés ci-haut, et aussi les logiciels Tableau², Dia, ou encore Microsoft Visio, plus de temps est désormais consacré au développement de la pensée statistique des élèves et aux activités statistiques en classe, alors qu'auparavant, l'accent était mis sur les éléments procéduraux comme les calculs statistiques à effectuer, qui représentaient jusqu'alors la tendance prédominante (Ben-Zvi et Garfield, 2004, Zieffler et al., 2017).

² Tableau est une plateforme interactive en gestion des données statistiques; Dia est un logiciel de dessin permettant de faire des plans et des schémas à la manière de Microsoft Visio, lequel est un logiciel d'organisation des données, mais aussi de dessin de diagrammes pour organiser et connecter les idées.

Le parcours du secondaire s'effectue sur deux cycles. Le premier cycle inclut les deux premières années et le deuxième cycle, les trois années subséquentes. En 1972, la statistique et les probabilités ont été introduites au programme de la cinquième secondaire (Gattuso et Vermette, 2013). L'apprentissage des statistiques englobait notamment le calcul des différentes mesures de tendance centrale ainsi que la construction et l'interprétation de divers diagrammes tels l'histogramme, le diagramme circulaire et le diagramme à bandes. En 1976, l'étude de la statistique et des probabilités s'est élargie aux autres niveaux du secondaire (Gattuso et Vermette, 2013).

De nos jours, la statistique figure parmi les champs de connaissance de la mathématique abordés à l'école, au même titre que l'arithmétique, l'algèbre, la géométrie et les probabilités (Gouvernement du Québec, 2006, 2016). En statistique en particulier, au premier cycle du secondaire, l'élève aborde les concepts d'échantillon et de population, de recensement et de sondage, la comparaison des distributions, le calcul et l'interprétation d'une moyenne arithmétique. Il apprend aussi à reconnaître des sources de biais possibles (Gouvernement du Québec, 2016).

Le Programme de formation de l'école québécoise (Gouvernement du Québec, 2016) prévoit que l'élève sache ce qu'est un échantillon représentatif, qu'il connaisse les méthodes d'échantillonnage, aléatoire simple et systématique, et qu'il cerne les sources de biais possibles. Il distingue les données à caractère qualitatif, quantitatif discret ou continu (cycle 1 du secondaire, selon le PFEQ). L'élève apprend à construire des tableaux de fréquences et d'effectifs. Il peut déchiffrer diverses représentations graphiques, tel le diagramme à bandes, à ligne brisée et circulaire, déjà abordées au primaire. En complément de la moyenne arithmétique, il aborde

l'étendue. Ces apprentissages se font par la réalisation d'un sondage ou d'un recensement. L'élève conçoit un questionnaire et choisit un échantillon représentatif de la population. Il apprend à faire la cueillette des données, à les organiser à l'aide d'un tableau, à les représenter sous forme de diagrammes et à en dégager les informations nécessaires pour interpréter et analyser les résultats obtenus (le minimum, le maximum, l'étendue et la moyenne). Il fait également la comparaison des distributions si nécessaire (Gattuso et Vermette, 2013). Il s'agit de la statistique descriptive.

Le choix du premier cycle du secondaire a été choisi pour notre recherche du fait que les élèves y abordent tous les concepts statistiques importants et essentiels qui font l'objet de cette thèse. Les notions suivantes y sont notamment abordées: la réalisation d'un sondage et le processus d'organisation et d'argumentation (Gouvernement du Québec, 2006, 2016). Ces éléments sont également abordés et analysés par un nombre non négligeable de travaux de recherche depuis deux décennies en didactique des mathématiques, particulièrement en statistique chez des élèves du secondaire (Cobb, 1999; Cobb et Moore, 1997; Gattuso et Vermette, 2013; Mary et Gattuso, 2005; McClain et al., 2000; Pfannkuch et Rubick, 2002; Savard et Manuel, 2016; Shaughnessy, 2008; Watson, 2002).

4. LA PLACE DE LA PENSÉE CRITIQUE DANS LA SOCIÉTÉ

4.1 Introduction à la pensée critique

Dans l'ère actuelle de la globalisation, du développement rapide et incessant des technologies toujours plus sophistiquées et dites intelligentes, du réseautage complexe des informations circulant sur Internet et dans les médias sociaux, l'exercice de la citoyenneté

s'associe à une responsabilité qui fait appel à la conscientisation et à l'identification des conséquences possibles de nos actions (Scott, 2015). Nos décisions quotidiennes se basent sur une multitude de facteurs, de l'ordre des croyances, des valeurs, des habitudes ou encore des savoirs dits savants ou scientifiques (Scott, 2015).

Selon les philosophes Lipman (2003) et Paul (1990), et selon l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO, 2008), la pensée critique constitue un enjeu éducatif de premier ordre, car elle est indispensable dans la vie courante afin de prendre des décisions éclairées et réfléchies, de faire preuve d'autonomie et de participer à la vie démocratique. Dans le même sens, des chercheurs en éducation, dont Ten Dam et Volman (2004), considèrent que la pensée critique constitue une compétence citoyenne fondamentale.

Depuis les travaux de Dewey sur la pensée réflexive³, et à partir du milieu du XX^e siècle, une grande quantité d'écrits a été publiée sur le concept de la pensée critique (voir à titre d'exemple les écrits d'Ennis, de Paul, de Lipman, de Siegel, de McPeck ou d'Halpern). Cependant, jusqu'à présent, aucune définition ou modèle de la pensée critique ne s'est imposé(e) par rapport aux autres, ce qui pourrait s'expliquer par une pluralité d'orientations quant au concept. Une grande tentative au niveau international a vu le jour afin d'essayer de créer un consensus concernant la

³ Pour le philosophe John Dewey (1910/2020), la pensée réflexive se distingue d'une pensée ordinaire, car elle est consciente de ses causes et conséquences. Connaissant les causes de nos idées, c'est-à-dire les circonstances dans lesquelles celles-ci sont pensées, nous nous dotons alors d'une plus grande flexibilité intellectuelle et davantage de choix et d'alternatives pour nos actions, ce qui représente la source de la liberté intellectuelle. De plus, connaître les conséquences de nos idées signifie comprendre leurs sens, ce qui mène à des actions plus conscientes et responsables. Pour Dewey (1910/2020), la pensée réflexive est à la fois méthodologique et substantive, c'est-à-dire qu'elle implique la réflexion sur ses procédures de pensée (procedural or methodological thinking) et simultanément sur le contenu sur lequel elle porte (substantive thinking).

pensée critique au niveau international : d'une part, il s'agit du « Rapport Delphi » (*The Delphi Report*) publié en 1990⁴ : Les experts se sont entendus sur le fait qu'une PC comporte des habiletés de PC et des attitudes de PC et ils ont reconnu l'importance des connaissances de base pour développer la PC (Facione, 1990). Il s'agissait d'une tentative, réussie certes, de terrain d'entente d'experts reconnus sur la PC. Or, à la suite de ce rapport, d'autres définitions de la PC apparaissent chez des auteurs issus de disciplines académiques différentes, et des points de désaccord de fond persistent entre les experts jusqu'à nos jours, notamment sur le rôle différent des attitudes, sur la spécificité du domaine de PC, ainsi que sur la question de la transférabilité d'une PC.

4.1.1 Visions actuelles de la pensée critique au niveau international

Dans son rapport de 1996, la Commission internationale sur l'éducation pour le XXI^e siècle, mise sur pied par l'UNESCO, soutient que le développement de la pensée critique des jeunes est devenu essentiel pour favoriser chez ceux-ci « une véritable compréhension des événements, au lieu de développer une vision simplifiée de l'information liée à ces événements. » (Delors, 1999, p. 47).

Le Rapport de la Commission internationale sur l'éducation pour le XXI^e siècle s'inscrit dans l'optique des pédagogies reliées aux thèses constructivistes dont les objectifs concernent la

⁴ Entre 1988 et 1990, l'Association américaine de philosophie (AAP) a réuni un groupe de 46 experts en philosophie, en éducation, en sciences sociales et en sciences qui ont publié des travaux importants sur la pensée critique, pour discuter et établir un consensus en éducation concernant la pensée critique. Le Rapport Delphi est le résultat publié de ce travail d'experts.

nécessaire complexification de la réflexivité chez les jeunes dans une visée de production significative des connaissances (Daniel, 2005).

Selon Daniel (2005), il existe au moins trois visions concernant le développement de la pensée critique :

1) La pensée critique est un *produit*. La PC est alors une rhétorique appliquée de façon mécanique. Elle suppose des compétences purement cognitives et elle est déployée en tant que moyen pour parvenir à des fins souhaitées. Cette vision peut être associée à une *philosophie de l'éducation béhavioriste*.

2) La pensée critique est une *pratique*; son développement passe par la compréhension de l'environnement et il s'inscrit dans une perspective intrasubjective où chaque justification ou chaque interprétation risque d'être acceptée sans être remise en question. Il y a un risque que cette pratique tombe dans le relativisme. Cette deuxième vision peut être reliée à une *philosophie de l'éducation humaniste*.

3) La pensée critique est une *praxis*. Au moyen du développement d'une conscience critique, elle mène à l'émancipation et à l'autonomie de la personne et de la communauté. Le but de la PC, qui est l'amélioration de l'expérience individuelle et sociale, est atteint par le sens et par la connaissance construits par les élèves. L'expérience est dialogique, c'est-à-dire coopérative. Elle présuppose, outre un savoir-faire et un savoir-dire, un savoir-vivre ensemble. Cette troisième vision peut être associée à une *philosophie de l'éducation socioconstructiviste*. Au Québec, les chercheurs et les philosophes de l'éducation s'appuient sur cette vision de la pensée critique

(Daniel, 2005; Gagnon, 2008, 2011a). Dans le cadre de notre thèse, comme chercheur, nous adhérons également à cette vision de la pensée critique.

4.2 « Exercer son jugement critique » comme compétence au secondaire au Québec

L'école québécoise met l'accent sur l'exercice d'un jugement critique chez des élèves du 1^{er} cycle du secondaire. *Exercer son jugement critique* est identifié comme une compétence, « générale » (Gouvernement du Québec, 2016). Dans une société pluraliste comme la nôtre, où cohabitent des opinions et des valeurs souvent divergentes, l'importance du jugement critique du citoyen ne saurait être sous-estimée. Cet exercice suppose que l'on soit capable de dépasser les stéréotypes, les préjugés, les idées préconçues et les évidences intuitives au profit d'une analyse rigoureuse sans laquelle la simple expression d'une opinion tient souvent lieu de jugement (Gouvernement du Québec, 2016).

Quel que soit l'objet de la réflexion, il faut pouvoir apprécier les enjeux, considérer les faits, en évaluer l'exactitude et les mettre en perspective de façon à relativiser sa position. Cela demande l'exploration et la confrontation de divers points de vue, la recherche d'arguments et le recours à des critères. Au sens large d'un développement d'une PC chez les élèves, il est primordial de leur offrir de multiples occasions en classe d'exprimer leurs opinions, d'en débattre avec d'autres, de les confronter avec des points de vue divergents et d'en analyser le bien-fondé (Gouvernement du Québec, 2016).

Le PFEQ met l'accent sur le *jugement critique* qui représente davantage un aboutissement et non sur le processus qui est la pensée critique. *Exercer son jugement critique* s'approche de la

définition d'Ennis d'une pensée critique, à savoir « une pensée raisonnable et réfléchie visant à déterminer ce qu'il y a lieu de croire ou de faire [« Critical thinking is reasonable and reflective thinking focused on deciding what to believe or do ».] (Ennis, 1993, p. 180). L'exercice de la PC permet à l'élève de réfléchir sur ses propres décisions et actions qui en découlent, de relativiser et d'argumenter ses opinions ou idées par rapport à celles des autres, et d'agir de manière réfléchie dans sa communauté, à savoir dans ou en dehors de la classe.

5. ARTICULATION DES LIENS DANS LA LITTÉRATURE ENTRE LA PENSÉE CRITIQUE ET L'ENSEIGNEMENT DE LA STATISTIQUE

Dans cette section, nous mettons en évidence plusieurs recherches récentes en didactique des mathématiques qui ont montré l'importance de la dimension critique d'une pensée statistique. Ainsi, nous voulons montrer comment s'articulent dans la littérature les liens réalisés entre la pensée critique et l'enseignement de la statistique.

D'une part, la recherche de McNab, Moss, Woodruff et Nason (2006) porte sur la modélisation mathématique explorant la notion d'« être juste » (*fairness*) dans la gestion et l'analyse des données statistiques pour parvenir à une conclusion. Le but de cette recherche est d'observer et d'analyser comment les élèves du 3^e cycle du primaire examinent de manière critique des modèles statistiques en ce qui concerne leur viabilité et leur pertinence contextuelle. De plus, la recherche vise à aider les élèves à développer une « perspective critique » (p. 171) à l'égard des modèles mathématiques en situations réelles, et ce, non seulement en critiquant les modèles existants, mais également à travers un processus d'élaboration et de raffinement de leurs propres

modèles. Un deuxième but de cette recherche est d'examiner la construction des connaissances comme une approche de l'apprentissage des statistiques. En ce sens, on met l'accent sur la promotion de la curiosité et des questions spontanées des élèves, qui sont considérées comme éléments centraux aux processus d'apprentissage.

Dans cette recherche, les auteurs ne visent pas explicitement le développement d'une pensée critique à travers l'exploration d'une activité statistique et d'une modélisation mathématique, mais leur but est de faire développer chez leurs élèves une « perspective critique » en lien avec la notion de « justice » à travers le traitement des données. Ainsi, une « perspective critique » serait un outil métacognitif pour les élèves afin qu'ils révisent leurs modèles mathématiques pour arriver à un modèle final plus juste et plus argumenté selon eux.

Pour ce faire, les élèves doivent développer un modèle mathématique pour représenter d'une manière (plus) juste et justifiée le classement de la performance sportive des pays participants aux Jeux du Commonwealth, incluant la considération des avantages et désavantages possibles et sous-jacents pouvant influencer la performance de ces différents pays. Dans une école primaire réservée aux filles, 23 élèves de 2 classes (1 classe de 5^e année avec 11 élèves participantes et 1 classe de 6^e année avec 12 élèves participantes) de Toronto sont retenues pour l'analyse de cette recherche.

Ce projet mathématique a permis aux élèves d'accroître leur connaissance sur les différents pays concernés. Ils ont pu raffiner leurs méthodes de recherches, en particulier en ce qui concerne l'interprétation des statistiques comparatives de manière critique. En effet, les élèves doivent

présenter et justifier leurs modèles mathématiques. Un groupe peut poser des questions de clarification ou de précision à un autre groupe afin qu'il justifie son choix et ses décisions. En ce sens, les équipes justifient ainsi les critères sur lesquels elles se sont basées pour attribuer des points différents à chaque catégorie de médaille qu'un sportif a remportée. Par exemple, une équipe a décidé d'attribuer 10 points pour l'or, 5 points pour l'argent et 1 point pour le bronze. L'attribution est fondée sur l'argumentation que la première place est remportée plus difficilement que la deuxième, la deuxième plus difficilement que la troisième et ainsi de suite.

De plus, cette recherche montre que les élèves développent une meilleure compréhension des thèmes sociaux et politiques, des stratégies et développent un raisonnement mathématique adapté pour traiter les données, une sensibilité aux données possiblement biaisées, et surtout, ils acquièrent le sens de l'équité dans l'attribution des médailles. Ainsi, les élèves comprennent que des perspectives différentes sur un même thème peuvent mener à des modèles statistiques différents et à des conclusions différentes. Les auteurs sont d'avis qu'à la fin de l'activité statistique, les élèves étaient en mesure d'améliorer leurs habiletés de recherche, particulièrement dans la façon d'aborder et d'interpréter les statistiques de manière critique (McNab et al., 2006, p. 182).

Nous retenons de cette recherche le fait que le défi de redéfinition et de justification des catégories pour les rendre « plus justes » exige des élèves, à travers un processus de pensée critique, d'examiner et de combiner le contexte et le choix des variables, de peser, en termes statistiques, le pour et le contre dans le cas où ils souhaitent, ou non, modifier, c'est-à-dire ajouter un certain pointage à cette catégorie pour un pays donné. De plus, ils doivent fixer des critères

qu'ils considèrent comme étant « justes » pour pouvoir réajuster et attribuer d'une manière plus équitable, selon leur vision, c'est-à-dire en tenant également compte des facteurs autres que la seule performance sportive. Pour pouvoir arriver à une décision justifiée et basée sur la considération des données statistiques, les enfants ont effectué un travail de statisticien, en recherchant sur le Web des données et des arguments statistiques en incluant d'autres critères associés aux caractéristiques des pays (données démographiques, produit intérieur brut [PIB], nombres d'athlètes, etc.). Ils ont également engagé une réflexion critique et procédé à une remise en question et à une réévaluation des paramètres de chaque catégorie. Ce projet a permis aux élèves de développer une « perspective critique » en statistique en comparant différentes catégories, en remettant en question des statistiques établies, en justifiant leur modèle mathématique et en questionnant celui des autres.

Par ailleurs, nous pouvons dégager quelques limites de cette recherche. D'une part, nous avons vu que dans leur recherche, McNab et al. (2006) mentionnaient la nécessité de « soutenir une perspective critique » chez des élèves. Or, comme ces auteurs ne définissaient pas explicitement ce concept, nous nous posons la question à savoir en quoi cette « perspective critique » consisterait plus précisément et comment elle se définirait. De plus, les auteurs ne précisent pas si une telle perspective permettrait davantage le développement d'habiletés ou d'attitudes critiques chez ces élèves. Quelles cohérences internes entre ces différents éléments peut-on déceler, observer et analyser en détail? Comment les élèves les mobilisent-elles quand ils abordent les statistiques, à quel moment précis et à quelle fin? Bien que ces questions restent ouvertes après la lecture et l'analyse de la recherche, les auteurs ont précisé néanmoins qu'à travers

l'exploration de la notion d'« équité » (*fairness*), la recherche veut promouvoir la curiosité et les questions qui émergent chez les élèves de manière spontanée quand ils réalisent une tâche statistique basée sur des données réelles. Ces informations portent à croire que l'un des buts principaux de cette recherche est de promouvoir à moyen terme (après six semaines de projet) certaines attitudes de PC chez des élèves du primaire, qui seraient centrales pour les processus d'apprentissage (McNab et al., 2006).

Nous pouvons également noter dans cette recherche un certain manque d'explicitation de la part des auteurs, à savoir que les élèves se sont basés sur un critère précis pour considérer et analyser à leur manière les données, à savoir le critère de *fairness* ou *d'équité*. Ce critère même servait à construire un critère plus large de *justice*. Ainsi, comme les élèves ont pris en compte des facteurs comme la démographie, le niveau de vie, la situation géographique d'un pays, ils sont parvenus à un autre classement, légèrement différent que celui du comité des Jeux du Commonwealth qui, lui, s'est basé sur un autre critère unique, celui de la « performance sportive ». Ainsi, le contexte statistique a une influence certaine sur les choix statistiques des élèves lors de leur analyse, et ce contexte leur a fait considérer d'autres perspectives davantage nuancées et justifiées que le seul critère basé sur l'exploit sportif.

De son côté, Whitin (2006), en se référant à l'ouvrage *Damned Lies and Statistics* de Best (2001) et au National Council of Teachers of Mathematics (2000), soulève le risque d'une manipulation et d'une désinformation possibles, par les partis politiques, les médias ou les publicités, du citoyen non informé et non critique. Ainsi, Whitin (2006) est d'avis qu'il est nécessaire d'enseigner aux élèves à questionner les données statistiques et à les mettre en doute.

Dans sa recherche, il se demande de manière explicite comment des élèves du primaire apprennent à développer une attitude critique envers les statistiques (p. 31). La recherche propose aux enseignants d'aborder les statistiques avec les élèves en se référant à plusieurs des sept dimensions⁵. Ces dimensions ont été identifiées par l'auteur à la suite de la réalisation des diverses activités statistiques dans les classes. Pour chacune des dimensions, l'auteur propose différentes questions importantes aux enseignants afin qu'ils les posent aux élèves⁶ et, de cette manière, inciter des questionnements critiques chez les élèves envers les statistiques.

À cet égard, l'auteur identifie quatre stratégies importantes que les élèves devraient développer pour se bâtir une attitude critique envers les statistiques : 1) Questionner la question, 2) Examiner ce que les données ne révèlent pas, 3) Analyser les catégories des données, et 4) Identifier l'expérience et la connaissance du contexte de l'échantillonnage en question.

En ce qui concerne la stratégie 1, *Questionner la question*, en examinant le processus afin de comprendre comment on peut obtenir des résultats différents tout en se basant sur un même sondage réalisé, les élèves du primaire découvrent que les questions posées et les choix offerts à chaque sondage peuvent influencer les données que nous recueillons. L'attitude critique à l'égard des statistiques porte sur la manière dont les questions de recherche en statistique sont posées.

⁵ Les sept dimensions du développement d'une attitude critique envers les statistiques sont : le motif; la question, les catégories, les définitions, l'échantillon, les conclusions et la représentation visuelle (Whitin, 2006).

⁶ Il s'agit des questions de type « pourquoi » et « comment » afin de contester les données statistiques qui paraissent a priori évidentes, mais qui gagnent en sens et en clarification une fois que les élèves ont approfondi et élargi leur compréhension sur ces éléments grâce à ces questions.

Pour ce qui est de la stratégie 2, *Examiner ce que les données ne révèlent pas*, les connaissances développées sur le sujet donnent l'occasion aux élèves d'identifier quelles sont les informations représentatives ou pas. De cette manière, les apprenants sont en mesure de prendre des décisions plus éclairées au sujet de la qualité des informations qui leur sont présentées et de s'interroger sur le fait de pouvoir se fier ou non aux résultats.

Quant à la stratégie 3, *Analyser les catégories des données*, les questions posées par les élèves⁷ remettent en cause les définitions des catégories. Ces définitions peuvent varier et se discuter selon le point de vue de celui qui les définit. En examinant de près ces questions, les enfants sont également conscients que les données recueillies ne racontent pas toute l'histoire⁸. Ainsi, le fait de poser des questions sur la formation et de remettre en question les définitions des catégories aide les élèves à mieux interpréter un ensemble de données et à comprendre les difficultés possibles pour définir clairement ces catégories. De plus, ils prennent conscience que les mêmes données peuvent être utilisées de manière différente pour promouvoir un certain point de vue.

Finalement, pour la stratégie 4, *Identifier la connaissance de l'échantillon et de la population*, les élèves se demandent à quel point les résultats trouvés sont valides. Répondre à une statistique signifie poser des questions sur la population échantillonnée, par exemple quelle est la

⁷ Les enfants posent des questions sur différentes options possibles et discutables : faut-il inclure les demi-frères et les demi-sœurs; si je suis l'aîné(e) dans mes deux familles recomposées, est-ce que je compte alors deux fois, etc.

⁸ Par exemple, les données qui ignorent ou n'incluent pas expressément le nombre de demi-frères ou de demi-sœurs dans les familles recomposées.

composition ethnique. Ce genre de questions aide les élèves à comprendre que la connaissance sur les personnes dans l'échantillon influence le type de réponses obtenues (Whitin, 2006).

L'article *Learning to talk back to a statistic* de Whitin (2006) porte sur le développement d'une pensée statistique en mettant l'accent sur des réflexions et discussions critiques chez les jeunes élèves en résolution de problèmes statistiques, plus précisément en situation de sondages élaborés par les élèves eux-mêmes. Les différentes dimensions d'une procédure d'analyse statistique, par exemple la question de recherche, les catégories et leur définition, l'échantillonnage, les conclusions ou la représentation graphique, sont abordées explicitement par les élèves lors de l'expérimentation. La remise en question, la recherche de plus d'information, l'analyse des catégories, la comparaison des résultats obtenus chez plusieurs équipes – ou encore l'examen de ce que les données statistiques ne révéleraient pas – toutes ces dimensions d'une procédure d'analyse statistique représentent des stratégies concrètes autour de la pensée critique que les enseignants peuvent utiliser pour sensibiliser les élèves aux statistiques et pour développer chez eux une pensée critique envers celles-ci (Whitin et Whitin, 2010).

Par ailleurs, Whitin (2006) aborde explicitement la question de savoir comment les élèves apprendraient à développer une attitude critique envers les statistiques. Cependant, à part quelques recommandations du NCTM (2000) et la mention des dangers des manipulations possibles par des statistiques utilisées dans les médias et des publicités, Whitin (2006) ne précise pas sur quels résultats de quelles recherches empiriques ou sur quels modèles ou quelles définitions dans la littérature il se base pour construire et proposer les sept dimensions de l'orientation critique envers les statistiques.

Par ailleurs, la visée de l'auteur (Whitin, 2006) est plutôt procédurale. Son but principal est de prescrire une démarche pratique que les enseignants pourraient suivre, qui soit adaptable et directement utilisable de façon à faire vivre aux élèves une activité statistique.

Au niveau du début du secondaire, la recherche de Cobb (1999)⁹ étudie 29 élèves pendant 10 semaines. L'intérêt particulier de cette recherche porte sur la diversité dans le raisonnement individuel et en groupes d'élèves. Les élèves abordent des notions mathématiques comme la moyenne, le mode, la médiane, les biais, la fréquence relative. Ils abordent également plusieurs types de représentations graphiques comme le diagramme à barres ou l'histogramme. Dans la résolution des problèmes, les élèves doivent faire, en équipes, la comparaison de la durabilité de deux marques de batteries ou encore doivent prendre une décision concernant l'efficacité ou non de l'installation d'un radar routier à l'entrée d'une ville, ceci basé sur l'étude statistique des graphiques montrant des données de vitesses de voitures à l'entrée de cette ville avant et après l'installation du radar. Les résultats de recherche montrent qu'une discussion en classe permet aux élèves de s'approcher d'une analyse approfondie et argumentée de données, même si les méthodes d'analyse restent encore élémentaires. Les résultats de recherche mettent également en évidence l'importance de la créativité et de son apport pour la construction collective des concepts mathématiques, une diversité dans le raisonnement des élèves a aussi été observée. L'analyse des données de recherche est réalisée sous deux perspectives (raisonnement individuel et raisonnement en équipe). Cette recherche met de l'avant la présence d'une dimension critique

⁹ Bien qu'elle date d'il y a deux décennies, cette recherche, ainsi que la lecture des ouvrages de son auteur, s'avère incontournable car c'est l'une des plus consultées et citées parmi les publications en didactique des mathématiques sur le raisonnement statistique chez des élèves du secondaire.

dans la pensée statistique. Entre autres, ayant recours à des interventions de types éthique et contextuel, l'une des équipes d'élèves, après avoir comparé les deux graphiques des tests des deux marques de batteries, a opté pour l'une des deux en argumentant qu'elle est en faveur de cette marque en raison de sa fiabilité et de sa durabilité, surtout dans des situations d'urgence où la vie des personnes peut être en jeu.

Dans une recherche semblable, McClain et al. (2000) ont travaillé avec des élèves de la première année du secondaire. Les activités statistiques de cette étude fournissent aux élèves des occasions de développer et de critiquer les arguments basés sur des données statistiques réelles (comparaison de la durabilité de deux marques de batteries). Le but de la recherche est d'amener les élèves à une compréhension approfondie des idées essentielles en statistique. Les résultats de cette recherche tendent à montrer que les discussions en classe, basées sur les données statistiques, favorisent les échanges des arguments, créent des discussions sur les opinions et les arguments avancés ainsi que les décisions à prendre par la suite. Les élèves doivent expliquer et justifier le choix des décisions dans le contexte de l'exploration de chaque problème statistique traité. Nous retenons de cette recherche l'importance de s'appuyer sur des données réelles pour favoriser des discussions intraéquipes mais aussi en plénière afin que les élèves puissent prendre des décisions éclairées et réfléchies, appuyées par des arguments pertinents.

En résumé, la description de la présence d'une dimension critique dans la pensée statistique dans des recherches récentes en didactique des mathématiques nous a permis de relever plusieurs limites à cet égard. Par exemple, la description de ces liens dans les recherches mentionnées reste assez sommaire, avec peu d'explicitations et, dans la plupart des cas, elle n'est pas basée clairement

sur des modèles ou définitions de la pensée statistique dans la littérature. Finalement, à travers la lecture critique de ces recherches, nous avons constaté que plusieurs auteurs mettent l'accent sur l'importance d'une réflexion critique pour les apprenants en statistique. Cependant, cette dimension critique n'est que peu opérationnalisée et souffre de lacunes importantes en ce qui a trait à une présentation explicite et détaillée.

6. PERTINENCE SCIENTIFIQUE DE LA RECHERCHE

Plusieurs auteurs et publications récentes en didactique des mathématiques (Cobb, 1999; Gattuso, 2006, 2008, 2011; Lajoie et al., 1995; McClain et al., 2000; McNab et al., 2006; Savard et Manuel, 2016; Whitin, 2006) avancent que le processus d'argumentation avec et sur des données statistiques mériterait d'être réalisé en engageant une réflexion critique, c'est-à-dire de façon à ce que l'individu développe des capacités, mais également une posture critique, pour aborder ces situations quantitatives. En outre, plusieurs autres auteurs argumentent qu'il est important que les jeunes comprennent le sens plutôt que d'apprendre les solutions pour parvenir à penser de façon autonome, réfléchi et critique à propos des mathématiques et des sciences (Pallascio, Daniel et Mongeau, 2001; Daniel, 2005). Mobiliser la dimension critique de la pensée statistique permet à l'élève d'organiser, de sélectionner, d'analyser les données afin de pouvoir en tirer des conclusions ou des prévisions pertinentes. De plus, l'élève est en mesure, du moins en partie, de juger et de prévoir l'importance et la portée de ses conclusions et de ses communications dans des situations quantitatives (Daniel, 2005; Gouvernement du Québec, 2006).

De plus, plusieurs recherches soulignent l'importance de la dimension critique de la pensée statistique (Shaughnessy, 2007; Shaughnessy, Garfield et Greer, 1996). Cependant, ces recherches ne se penchent pas sur la question explicite de la manifestation des pratiques critiques des élèves lorsqu'ils travaillent avec les statistiques authentiques dans une activité statistique dans le cadre scolaire.

Ces pistes nous permettent ainsi de nous pencher explicitement sur la dimension critique de la pensée statistique, dans un contexte d'apprentissage de la statistique.

Par ailleurs, l'un des intérêts scientifiques de cette recherche vise à développer une définition opérationnelle de la dimension critique de la pensée statistique. Ce travail important de notre thèse sera présenté dans le chapitre suivant.

7. OBJECTIF GÉNÉRAL DE RECHERCHE

L'objectif général de notre recherche vise à comprendre les manifestations de la dimension critique de la pensée statistique chez des élèves du secondaire.

DEUXIÈME CHAPITRE. CADRE DE RÉFÉRENCE

Dans ce chapitre, nous abordons les définitions et les modèles des concepts-clés exposés dans la problématique, à savoir le concept de la pensée statistique (PS) et celui de la pensée critique (PC). Nous les articulons et explicitons nos choix afin de proposer notre définition opérationnelle du cycle d'interrogation de la PS. Ce chapitre est divisé en huit points :

1) nous présentons les principaux modèles de la PS et leurs fondements théoriques; 2) nous exposons le modèle quadridimensionnel de la PS de Wild et Pfannkuch (1999). D'abord nous en ferons une lecture synthétique. Par la suite, nous présentons en détail chacune de ses quatre dimensions; 3) nous expliquerons notre choix en faveur de ce modèle de la PS pour notre cadre; 4) nous décrivons les définitions connues de la PC, proposées par des auteurs au niveau international et au Québec. Par la suite, nous discutons des critères ainsi que notre choix de définitions de la PC retenues pour le domaine de la didactique des mathématiques; 5) nous présentons la définition à visée opérationnelle de la PC de Gagnon (2008, 2011a). Nous aborderons sous ce point les avantages et limites de la grille d'analyse de pratiques critiques proposée par cet auteur; 6) nous décrivons les articulations que nous pouvons établir entre la définition de la PC retenue et le modèle de la PS retenu dans ce cadre; 7) nous proposons notre définition opérationnelle du cycle d'interrogation de la PS de Wild et Pfannkuch (1999) et finalement, 8) nous formulons les questions spécifiques de notre recherche.

1. PRINCIPAUX MODÈLES DE LA PENSÉE STATISTIQUE ET LEURS FONDEMENTS THÉORIQUES

Pour des auteurs comme Kader et Perry (2006), les statistiques jouent un rôle important dans notre vie quotidienne, car sans ces connaissances, il serait difficile d'avoir une opinion informée, pertinente et critique ainsi que de participer aux débats sociaux et politiques concernant l'environnement, la santé, la politique ou l'éducation (Gattuso, 2006). Comme la PS se développe sur une longue durée (Chance, 2002; Kader et Perry 2006, Wild et Pfannkuch, 1999), il ne suffirait pas de suivre des cours de statistique au niveau des études collégiales et universitaires, surtout que plusieurs personnes ne se rendent pas aussi loin dans leur cursus scolaire. La manière la plus favorable pour atteindre un bon niveau de PS serait de commencer le processus éducatif au niveau primaire (Gattuso, 2011), puis de maintenir le développement de ce processus afin de développer les habiletés en statistiques chez les élèves au niveau de l'enseignement secondaire et supérieur. Une personne ayant développé une PS est alors en mesure d'interpréter des données abordées dans les médias et de prendre des décisions quantitatives et informées au travail ou dans des situations quotidiennes, pour pouvoir participer à différents débats sociaux et politiques (Konold et Higgins, 2003). Ces considérations nous ont permis de soulever l'importance de la PS pour le citoyen dans notre société actuelle.

Émergeant dans les années 1970, la didactique des mathématiques s'est focalisée principalement sur la dimension « probabilités » des stochastiques¹⁰ (Pfannkuch et Wild, 2004).

¹⁰ La stochastique est le domaine des mathématiques qui étudie conjointement la statistique et les probabilités (voir Martin et al., 2017).

Ce n'est qu'à partir des années 1990 que les recherches dans ce champ s'intéressent davantage à la statistique en général et à la PS en particulier (Pfannkuch et Wild, 2004).

Dans les dernières décennies, nous avons vu se développer différentes théories pour expliquer et décrire le développement cognitif en didactique des mathématiques. Ainsi, les modèles qui se sont intéressés à la question du développement de la PS chez les élèves du primaire et du secondaire (Ben-Zvi et Friedlander, 1997; Jones, Thornton, Langrall et Mooney, 2000; Shaughnessy, 1992, 2008) s'appuient sur des théories développementales existantes qui ont influencé d'autres travaux antérieurs en didactique des mathématiques.

2. MODÈLE QUADRIDIMENSIONNEL DE LA PENSÉE STATISTIQUE DE WILD ET PFANNKUCH

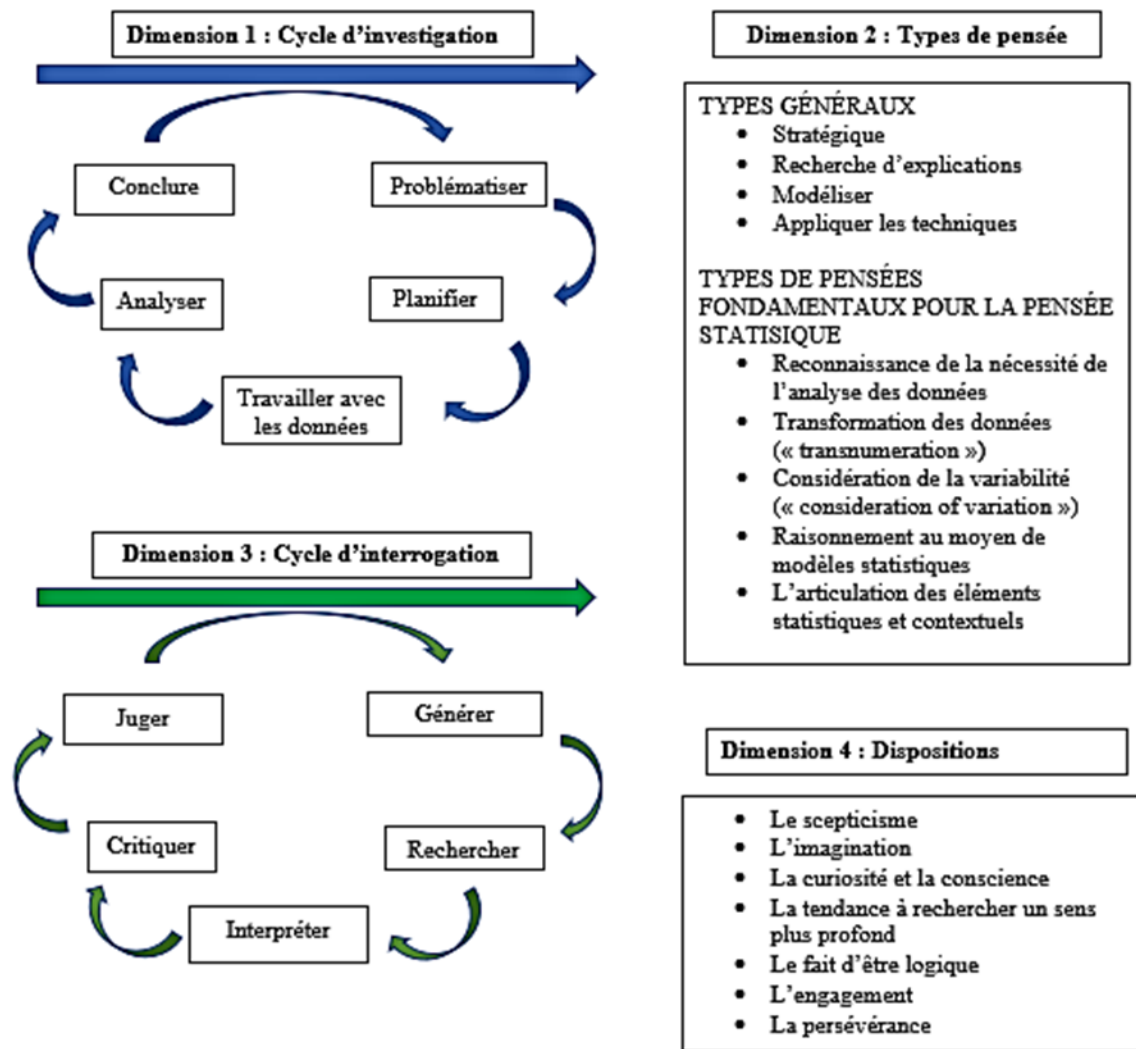
Wild et Pfannkuch (1999) tentent de caractériser la PS dans un modèle à quatre dimensions. Ce modèle se base sur des recherches dans les différents domaines, notamment de la gestion de la qualité, de la psychologie, de l'épidémiologie et de la didactique des mathématiques ainsi que sur des entrevues avec des statisticiens et des étudiants universitaires de premier cycle en statistique.

Wild et Pfannkuch (1999) construisent leur modèle selon lequel la PS comporte quatre dimensions : un cycle d'investigation (dimension 1), des types de pensée (dimension 2), un cycle d'interrogation (dimension 3), et des dispositions (dimension 4).

Dans les années suivantes, Pfannkuch et ses collègues, dans plusieurs recherches, utilisent le modèle quadridimensionnel de la PS pour analyser la PS chez des élèves du secondaire, pour

étudier, entre autres, des liens entre PS et variabilité chez des élèves du secondaire (Shaughnessy et Pfannkuch, 2002), ou encore des liens entre la statistique et le contextuel quand des élèves du début du secondaire mobilisent leur PS pour résoudre des tâches statistiques proches de leur quotidien (Pfannkuch et Rubick, 2002). Aussi, Pfannkuch et Wild (2003) analysent des réflexions des enseignants de la fin du secondaire sur leurs expériences d'enseignement en statistique et sur la mobilisation de la PS chez leurs élèves, en mettant l'accent sur les dimensions 2 et 4 de leur modèle de la PS. Cependant, toutes ces recherches abordaient les dimensions 1 ou 2 du modèle et aucune n'a abordé explicitement ou encore principalement la dimension 3.

Figure 1. Modèle quadridimensionnel pour la pensée statistique



Source: Wild et Pfannkuch (1999, p. 226)

Nous décrivons, par la suite, chacune des quatre dimensions du modèle.

2.1 Une lecture synthétique du modèle

Le modèle quadridimensionnel de Wild et Pfannkuch (1999) a pour but de modéliser la PS dans sa globalité. En effet, ces deux chercheurs prennent en compte la complexité des processus

de pensée lors de la résolution des problèmes statistiques (Pfannkuch et Rubick, 2002; Shaughnessy et Pfannkuch, 2002). Selon Wild et Pfannkuch (1999), la mobilisation de la PS est une activité complexe incluant plusieurs dimensions qui peuvent se manifester simultanément chez une personne mobilisant la PS. Ainsi, leur modèle inclut quatre dimensions qui reflètent les éléments essentiels qui y sont impliqués. La force de ce modèle réside dans la définition et la caractérisation d'un cycle d'investigation (dimension 1), des types de pensée fondamentaux pour une PS (dimension 2), un cycle d'interrogation sur les démarches de résolution (dimension 3) et également des dispositions importantes et nécessaires à développer et qui interviennent quand on aborde des situations statistiques (dimension 4). Ces trois dernières dimensions font comprendre que la PS dépasse largement la dimension « technique » de résolution d'un problème statistique basée sur les connaissances statistiques, importantes certes, mais non suffisantes pour une personne mobilisant la PS.

Nous montrerons une synthèse de ce modèle dans le tableau suivant.

Tableau 1. Synthèse du cadre conceptuel quadridimensionnel de Wild et Pfannkuch (1999)

<p>DIMENSION 1 : Cycle d'investigation (PPDAC) Cycle exploratif basé sur une démarche de résolution-problème en statistique</p>	<p>DIMENSION 2 : Types de pensée 4 types de pensée généraux et 5 types de pensée fondamentaux à la PS¹¹</p>
<p>DIMENSION 3 : Cycle d'interrogation Cycle réflexif sur les démarches statistiques</p>	<p>DIMENSION 4 : Dispositions 8 dispositions pour la PS</p>

Selon Shaughnessy (2007), un tel modèle s'inscrit dans les modèles normatifs de la PS, car il adopte une vue plus large et plus théorisée sur celle-ci. Le modèle de Wild et Pfannkuch (1999) n'est ni développemental ni hiérarchique. En effet, le but de ce modèle était de caractériser la PS dans sa globalité, en définissant chacune de ses quatre dimensions constitutives, plus que de définir un développement de la PS, par exemple chez les élèves (Pfannkuch et Wild, 2003). Ces auteurs sont d'avis qu'un tel modèle est pertinent pour la didactique des mathématiques, car il soutient une réflexion sur la nature de la PS et sur ces types de pensée. Précisons également que ce modèle a émergé à partir de données empiriques, notamment d'observations de statisticiens experts, ainsi qu'à partir d'analyses et d'un travail de synthèse des verbatim issus d'entretiens avec des

¹¹ Les quatre types de pensée généraux se mobilisent au niveau des processus de résolution des problèmes statistiques, alors que les cinq types de pensée dits fondamentaux à la PS se basent sur les données statistiques, sur leur transformation, leurs contextes et sur la variabilité des données de même que sur un raisonnement au moyen de modèles statistiques.

statisticiens, des professeurs en statistique, des professionnels en santé travaillant quotidiennement avec des statistiques, ainsi qu'en analysant des activités impliquant des étudiants universitaires et collégiaux ayant choisi la statistique comme spécialisation.

2.2 La dimension 1 ou le processus d'investigation statistique

En analysant ce modèle de la PS, nous constatons que les auteurs mettent en évidence un processus important et cyclique qui intervient quand on aborde les données statistiques, à savoir le processus d'investigation statistique (Wild et Pfannkuch, 1999).

Il s'agit de la dimension 1, du cycle d'investigation, qui inclut la problématisation, la planification de la collecte, la collecte proprement dite, et le traitement des données, l'analyse et finalement les conclusions. Ce cycle intervient dans le processus de résolution d'un problème statistique et a pour but d'arriver à des conclusions, de nouvelles idées et à communiquer les résultats obtenus, tout en acquérant de nouvelles connaissances statistiques et contextuelles.

2.3 La dimension 2 ou les types de pensée pour la pensée statistique

En ce qui concerne la dimension 2 de la PS, les cinq types de pensée qui ont été identifiés comme des éléments fondamentaux pour la PS sont:

1) Reconnaissance de la nécessité de l'analyse des données; 2) Transformation des données (« transnumération »); 3) Considération de la variabilité (« consideration of variation »); 4) Raisonnement au moyen de modèles statistiques; et 5) L'articulation des éléments statistiques et contextuels

Examinons plus en détail chacun de ces éléments :

1) La reconnaissance de la nécessité de l'analyse des données

Un regard particulier devrait être posé sur la nécessité de l'analyse des données, car plusieurs recherches suggèrent que les personnes mobilisant la PS ont tendance à penser que leurs propres jugements et croyances seraient plus fiables que les données. Les données sont considérées comme des outils premiers pour les jugements reliés à des situations réelles. Comme certaines personnes mobilisant la PS ne reconnaissent pas toujours la nécessité de l'analyse des données, et comme ils pensent savoir déjà « la » réponse, un critère qui devrait présider au choix de tâches devrait être l'impossibilité de trouver directement la réponse. Le fait qu'ils doivent considérer les données pour prendre des décisions mettrait en évidence cette nécessité des données.

2) La transformation des données (« transnumération »)

La transformation des données concerne à la fois le système réel et le système statistique. Il est nécessaire de prendre les mesures du système réel qui sont pertinentes, puis construire des représentations multiples du système réel (graphiques, schémas, tableaux, etc.) pour ensuite communiquer aux autres ce que le système statistique suggère au sujet du système réel¹². Le fait de partager les graphiques avec d'autres favorise chez les personnes mobilisant la PS la compréhension et la nécessité de prendre en compte des représentations multiples pour détecter

¹² Par « système réel » nous entendons l'ensemble des données brutes (par exemple une compilation des données collectées) qui n'a pas encore été traité ou analysé. Par « système statistique » nous entendons l'ensemble des données sélectionnées, traitées et analysées par une procédure ciblée utilisant des moyens et des outils adaptés (par exemple pour répondre à une question statistique précise).

les messages des données. La communication des prédictions aux autres est également une phase importante de la « transnumération ».

3) La considération de la variabilité

Prendre une décision réfléchie basée sur des données nécessite une compréhension de la variabilité lors du processus de l'enquête statistique¹³. C'est pourquoi, quand les personnes mobilisant la PS analysent les graphiques, il est incontournable d'observer ces graphiques avec des « lunettes de variabilité » et de chercher des éléments pertinents dans la variabilité des données.

4) Le raisonnement au moyen de modèles statistiques

Quand les personnes mobilisant la PS abordent les données, certains peuvent éprouver de la difficulté à faire la transition du raisonnement et de la comparaison des cas individuels vers le raisonnement et la comparaison des tendances de groupe. Wild et Pfannkuch (1999) mettent en évidence que le raisonnement au moyen de modèles statistiques demande la capacité de recourir à la fois à un raisonnement basé sur des données en groupe et des données individuelles. Ce raisonnement basé sur des données en groupe, et la reconnaissance des configurations d'un groupe de données est important pour le raisonnement statistique. Dans le même sens, Cobb (1999)

¹³ « Le concept de variabilité réfère au fait que les phénomènes étudiés en statistique comportent des données variables. Cette variabilité des données s'exprime à travers leur dispersion. La dispersion des données d'une distribution peut être interprétée graphiquement et peut aussi être mesurée ». (Vermette, 2013, p. 64). Pour parvenir à une compréhension de la variabilité des données, et pour pouvoir l'interpréter, les statisticiens font appel, selon ce qui est le plus pertinent lors d'une enquête statistique, aux différentes mesures de la variabilité (Vermette et Savard, 2019), par exemple, la variance, l'écart-type, le coefficient de la variation, les écarts à la moyenne arithmétique. Chacune de ses mesures de variabilité fournit une information statistique précise et spécifique de la dispersion des données à l'étude. Par exemple, l'écart-type représente une mesure de variabilité indiquant la distance de chaque score par rapport à la moyenne.

souligne la nécessité de considérer l'ensemble de données non pas comme des données disjointes, mais comme une entité aux caractéristiques spécifiques, en tenant compte de leur contexte.

5) L'articulation des éléments statistiques et contextuels

Le modèle met l'accent sur l'articulation des éléments statistiques et contextuels (informations, connaissances, conceptions) en tant qu'élément fondamental de la PS. Le modèle statistique doit saisir des éléments de la situation réelle, et les données qui en résultent portent leurs propres messages (Shaughnessy et Pfannkuch, 2002). Les données racontent pour ainsi dire une histoire. Un dialogue continu devrait exister entre données et contexte. Pourquoi les intervalles des données varient-ils? Quelle serait la raison de cette variabilité? Ce sont des questions que les statisticiens se posent en analysant les données statistiques tout en incluant des éléments contextuels pour raisonner.

2.4 La dimension 3 ou le cycle d'interrogation

En ce qui concerne la dimension 3 (cycle d'interrogation), il s'agit d'un processus de pensée « générique » qui est déployé constamment en résolution de problèmes statistiques. Le penseur se pose des questions sur le contenu et sur le processus statistique et se trouve dans l'un des stades interrogatifs (voir dimension 3 dans le tableau 2) quand il résout un problème statistique. Cette dimension de la PS représente la dimension métacognitive de la PS selon les auteurs.

Comme la figure 1 le précise, le cycle d'interrogation comporte cinq composantes:

→ **Générer** (des plans, explications, possibilités, etc.) : À cette étape, de manière individuelle ou en groupe, on imagine et on forme des idées, des plans ou des possibilités. Ces éléments servent à la recherche des explications, et du contexte d'émergence des données, ou comment les éléments d'un problème seront construits ou interreliés. Ceci peut servir également lorsqu'on est à la recherche d'un élément manquant et pour trouver une technique afin de résoudre un problème ou une partie de problème. La genèse des possibilités provient par exemple du contexte, des données ou des connaissances statistiques et s'applique au problème présent. Elle peut également être préservée pour une résolution future.

→ **Rechercher** (des précisions, des informations supplémentaires, etc.) : Il s'agit de se rappeler une information qu'on connaît déjà et d'approfondir davantage pour en connaître ou en rappeler d'autres (processus de recherche interne selon les auteurs). Ou bien il s'agit d'une recherche de nouvelles informations ou idées à l'extérieur d'une personne ou d'une équipe. Rechercher de nouvelles informations peut inclure la recension des écrits pertinents sur un sujet. À un niveau macro, cela inclut la considération éventuelle de nouvelles données statistiques, alors qu'à un niveau micro, il s'agit de questionner des données déjà obtenues.

→ **Interpréter** (comparer, connecter, résumer, référer à une littérature pertinente, etc.) : Ce processus fait intervenir toutes formes d'information comme les graphiques, les résumés ou d'autres productions issues de l'analyse statistique. Il s'agit de connecter des idées ou informations avec nos modèles mentaux existants afin de les élargir.

→ **Critiquer** (vérifier les sources, l'exactitude des informations et les références internes et externes, se distancier pour analyser la situation, sa propre pensée, etc.) : Il s'agit d'un processus crucial du cycle interrogatif. Les questions que l'on se pose sont, « est-ce correct? », « le résultat a-t-il du sens? », « correspond-il à ce que je connais? ». Cette composante dite « critique » vérifie la pertinence des informations et des idées en les confrontant à des points de repère internes (ce que nous connaissons nous-mêmes, en vérifiant avec nos connaissances contextuelles et statistiques) et des repères externes (les connaissances des autres personnes, en échangeant et discutant avec d'autres élèves, des collègues, ou des experts; de la littérature pertinente ou d'autres sources d'informations). Il s'agit de se distancier mentalement et d'examiner notre propre processus de pensée.

→ **Juger** (prendre une décision basée sur des arguments, juger la fiabilité de l'information, l'utilité des idées, etc., le jugement constitue la dernière composante de ce cycle) : Le processus de jugement est la cinquième composante du cycle d'interrogation. Il s'agit de décider ce que nous retenons, ce que nous écartons comme idées ou informations. Nous appliquons un jugement à différents éléments comme la fiabilité de l'information, l'utilité des idées, la viabilité des plans, la conformité entre contexte et compréhension statistiques.

Le résultat du cycle d'interrogation est comparable aux résultats obtenus par un processus de distillation selon Wild et Pfannkuch (1999). En effet, on met de côté tout ce qui s'avère peu ou non utile pour ne retenir qu'un condensé d'éléments essentiels et pertinents qui nous servira par la suite pour nos modèles mentaux et notre raisonnement statistique.

Le cycle d'interrogation peut être caractérisé en général comme un processus de distanciation critique par rapport à nos propres démarches statistiques (à savoir les trois autres dimensions de la PS : investigation, types de pensée et dispositions). Cette dimension interrogative se manifeste grâce à la manifestation ou à la mobilisation de plusieurs types d'intervention critique. Nous exposerons plus loin de manière explicite ces éléments qui demeurent, à notre avis, encore implicites dans le modèle de la PS de Wild et Pfannkuch (1999). Ainsi, nous analyserons ces liens, notamment grâce aux types d'intervention de pratiques critiques proposés par Gagnon (2011a) afin d'articuler les deux modèles.

2.5 La dimension 4 ou les dispositions pour la pensée statistique

Finally, pour ce qui est de la dimension 4 du modèle de la PS de Wild et Pfannkuch (1999), les dispositions d'une personne mobilisant la PS font partie intégrante d'une PS et influencent sa manière de penser. Les auteurs ont pu les dégager des entrevues avec des statisticiens et ont pu les observer dans des activités avec les étudiants en statistique. Selon eux, ces attitudes sont génériques, cependant, celles-ci ont été observées dans un contexte de résolution de problèmes statistiques.

La *curiosité* et la *conscience* : Les découvertes et l'observation de nouvelles choses nous intriguent et nous font poser des questions comme « pourquoi? » ou « comment ce phénomène s'est-il produit? ». Être observateur curieux nous mène à nous poser des questions qui, à leur tour, mènent à un processus d'apprentissage innovant.

L'engagement : Un intérêt grandissant pour un problème ou un domaine nourrit la sensibilité et la conscience que nous développons à travers des expériences et des informations acquises en lien avec ce domaine. L'engagement intensifie les attitudes comme la curiosité, la conscience, l'imagination et la persévérance.

L'imagination : la formation des modèles mentaux chez les personnes mobilisant la PS consiste en un processus imaginatif et dynamique et leur permet de voir un problème sous d'autres perspectives, de générer des explications possibles et pertinentes à un phénomène, à un ensemble de données ou à un problème statistique.

Le ***scepticisme*** : une attitude sceptique représente une tendance à être constamment aux aguets des possibles failles logiques ou factuelles. Une personne sceptique se pose la question si les conclusions tirées d'une investigation statistique sont pertinentes et justifiées.

Le ***fait d'être logique*** : Il s'agit de la disposition à enchaîner une idée à une autre de manière cohérente et consciente. Il s'agit également de l'habileté à construire une argumentation méthodique et claire en nous servant de notre PS. Un raisonnement logique nous mène à des conclusions valides.

La tendance à rechercher un sens plus profond : Il s'agit d'une prédisposition à ne pas accepter les faits tels qu'ils sont, mais à approfondir davantage. De plus, l'ouverture permet d'aborder les idées et informations nouvelles en contestant nos préconceptions.

3. JUSTIFICATION DU MODÈLE PRIVILÉGIÉ DE LA PENSÉE STATISTIQUE POUR NOTRE CADRE

Le modèle de Wild et Pfannkuch (1999) n'est pas développemental ou hiérarchique. En effet, le but de ce modèle est de caractériser la PS de manière globale plus que de définir la progression de la PS chez les élèves et n'était pas destiné en principe à l'enseignement (Pfannkuch et Wild, 2003). Ces auteurs sont d'avis qu'un tel modèle est bénéfique pour la recherche en didactique des mathématiques, car il favorise et soutient une réflexion sur la nature de la PS et sur ces types de pensée. Ainsi, plusieurs questions concernant l'apprentissage, l'enseignement ou le curriculum restent à être explorées. Par exemple : comment ces types de pensée se manifestent-ils chez des élèves débutant en statistique? Existe-t-il des façons d'enseigner particulières qui rendraient une telle pensée plus explicite? Comment un enseignant pourrait-il faire en sorte que ses élèves mobilisent davantage une telle pensée? Or, ces questions, aussi pertinentes qu'elles soient, restent encore ouvertes car ce modèle n'a pas émergé d'un contexte d'enseignement et d'apprentissage des statistiques, comme nous l'avons vu plus haut.

Par ailleurs, le modèle de Wild et Pfannkuch (1999) est l'un des rares modèles qui définissent explicitement des dispositions, décrites précédemment (par exemple le scepticisme), adoptées par une personne mobilisant la PS et qui influencent sa manière de penser, comme l'une des dimensions constituantes de la PS. Par ailleurs, les dispositions de la PS (dimension 4) se rapprochent beaucoup des attitudes définies dans les modèles sur la PC, comme nous le verrons par la suite lorsque nous aborderons les questions de ce chapitre.

Ainsi, en adoptant la posture d'un chercheur en didactique des mathématiques en général et de la statistique en particulier, nous choisissons le modèle de Wild et Pfannkuch (1999) pour sa pertinence pour la recherche et pour leur point de vue plus global d'une PS chez les élèves. Par ailleurs, nous nous intéressons particulièrement à la dimension 3 (cycle d'interrogation) de ce modèle. Cette dimension en général et la mobilisation in situ de ses cinq composantes constitutives (Générer, Rechercher, Interpréter, Critiquer et Juger) ne sont pas encore étudiées de manière systématique et opérationnelle, surtout dans un contexte scolaire chez des élèves au début du secondaire, lors de la réalisation d'une activité statistique¹⁴. Ce sont précisément ces questionnements que nous nous posons dans notre thèse et auxquelles nous tenterons de fournir des pistes de réponses.

Nous pensons que pour pouvoir atteindre notre objectif général de recherche, qui, rappelons-nous, vise à comprendre les manifestations de la dimension critique de la pensée statistique chez des élèves du secondaire, le modèle de Wild et Pfannkuch (1999) offre l'avantage du regard d'une PS d'un point de vue global. De plus, sa dimension 3 (cycle d'interrogation), définie par ses cinq composantes constitutives nous permettra de décrire de manière claire et

¹⁴ Une recension systématique récente sur des travaux s'appuyant sur ce modèle nous a donné un portrait tel que seulement trois publications depuis 2015 au niveau international. Cependant, toutes ces trois se sont penchées sur l'opérationnalisation du cycle d'investigation (dimension 1) du modèle de Wild et Pfannkuch (1999). L'un des travaux (Ubilla, Gorgorio et Prat, 2019) propose un cadre opérationnel du cycle d'investigation pour analyser les travaux et rapports des futurs enseignants au primaire. Un autre travail (De Oliveira Souza, Lopes et Pfannkuch, 2015) déploie entre autres le cycle d'investigation dans le contexte d'une recherche collaborative pour développer l'enseignement des statistiques chez deux enseignants de mathématiques au secondaire. Et finalement le troisième texte publié (Noll, Schnell, Gould et Makar, 2021), s'appuyant toujours sur le cycle d'investigation pour mener une réflexion générale sur la question comment les enseignants peuvent faire interagir différemment leurs élèves avec les données, leur contexte et le hasard, à travers un processus de modélisation statistique. Cependant, notre recension n'a pu répertorier aucune recherche récente abordant la dimension 3 du modèle de Wild et Pfannkuch (1999), celle qui nous intéresse principalement dans notre thèse.

précise les différentes manifestations qui auront lieu lors de la mobilisation d'un processus de distanciation critique par des élèves lors de la résolution de problème statistique.

4. PRINCIPAUX MODÈLES ET DÉFINITIONS DE LA PENSÉE CRITIQUE

Dans cette section, nous présentons d'abord certaines définitions de ce concept par des auteurs clés, dont Paul, Lipman, Halpern, et d'autres comme Ennis ou McPeck. Dans le domaine de l'éducation, on peut citer Daniel, et plus récemment, Gagnon, qui a proposé une définition synthétisée et à visée opérationnelle de la PC. Nous terminerons en exposant notre choix d'une définition de la PC pour notre thèse sur la base des critères énoncés.

Nos lectures ciblées sur la PC nous ont orientés dans l'exploration des textes fondateurs sur la conceptualisation de la PC, à savoir les définitions des philosophes américains Ennis (1989, 1993, 2011), Paul (1990, 1992) et Lipman (2003), de la psychologue cognitive américaine Halpern (1989, 1998). Nous aborderons les définitions de ces auteurs, puis également, plus brièvement, d'autres définitions souvent citées en éducation, comme celles de McPeck (1981), de Siegel (1988) et de Brookfield (1997), ainsi que celles plus récentes de Daniel (2005) et de Gagnon (2011a, 2011b, 2012).

4.1 Définitions connues de la pensée critique

Dans l'abondance des écrits sur la pensée critique des dernières décennies, la pensée critique et son développement font partie des préoccupations majeures à la fois en philosophie, en

psychologie et en éducation. Plusieurs définitions proposées sont plus connues et plus citées que d'autres :

- Ennis (1993) : La PC est « une pensée raisonnable et réfléchie visant à déterminer ce qu'il y a lieu de croire ou de faire ». [Critical thinking is reasonable and reflective thinking focused on deciding what to believe or do] (p. 180).
- McPeck (1981) : La pensée critique correspond à la disposition à s'engager à l'intérieur d'un scepticisme raisonnable afin d'établir les raisons visant à justifier certaines croyances.
- Brookfield (1997) : Penser de manière critique, c'est formuler et évaluer des hypothèses; c'est reconnaître l'importance des contextes; c'est explorer des solutions de rechange et être engagé dans un scepticisme raisonnable. La pensée critique est irrévocablement située (par rapport aux contextes ainsi qu'à la personne) et correspond à un processus social.
- Siegel (1988) : La pensée critique est une pensée qui est guidée de manière appropriée par des raisons.
- Lipman (2003) : pensée qui facilite le bon jugement parce que : 1) elle s'appuie sur des critères, 2) elle est autorrectrice et 3) elle est sensible aux contextes [thinking that facilitates good judgment because it 1) relies upon criteria, 2) is self-correcting, and 3) is sensitive to context] (p. 39).
- Paul (1990) : pensée disciplinée autonome et qui représente la perfection de la pensée appropriée à un certain mode ou domaine de la pensée. Elle est constituée de deux niveaux. Une pensée critique de premier niveau s'inscrit à l'intérieur d'une perspective égocentrique où chacun cherche à convaincre l'autre qu'il a raison; une pensée critique de second niveau se

construit à l'intérieur d'une perspective collaborative et fait appel à une série d'attitudes, à savoir le courage intellectuel, l'humilité, la persévérance, l'intégrité, l'empathie, et la confiance en la raison. [« Critical thinking is disciplined, self-directed thinking that exemplifies the perfections of thinking appropriate to a particular mode or domain of thinking »] (p. 33).

- Finalement, Halpern (1998), spécialiste en psychologie cognitive, définit la PC comme l'utilisation des habiletés ou des stratégies cognitives qui augmente les probabilités d'un résultat souhaitable [« the use of those cognitive skills or strategies that increase the probability of a desirable outcome »] (p. 450).

Nous pouvons remarquer chez McPeck (1981) et chez Brookfield (1997) que l'accent est mis sur le scepticisme¹⁵ raisonnable comme mode de pensée dans lequel œuvre la pensée critique. Avec cette posture, l'exercice du doute et la suspension du jugement, qui sont des éléments constitutifs de la pensée critique, jouent un rôle essentiel pour ce mode de pensée.

Par ailleurs, pour ces auteurs, la pensée critique est située (par rapport à un domaine) et la transférabilité de ses habiletés d'un domaine à un autre peut être remise en question. Par exemple, bien que McPeck (1981) reconnaisse l'importance de la logique dans la mise en œuvre de la pensée critique, il considère que ce sont les connaissances et l'expertise de la personne (dans un domaine)

¹⁵ Le *scepticisme* est défini pour le domaine de l'épistémologie et de la philosophie comme une « doctrine niant, sur le plan métaphysique, la possibilité pour l'être humain de parvenir à la certitude, d'accéder à la vérité et qui prône, de ce fait, l'exercice constant du doute et la suppression du jugement » (Legendre, 2005, p. 1204).

qui doivent prédominer. En d'autres termes, la pensée critique ne serait pas un ensemble d'habiletés générales et transférables.

De son côté, Siegel (1988) soulève l'importance des habiletés basées sur la logique formelle et informelle dans le développement de la pensée critique. En ce sens, une personne mobilisant la PC est une personne qui agit et est capable d'émettre des jugements fondés sur des raisons valides et qui comprend et se conforme aux principes qui guident l'évaluation de la force de ses raisons. Par ailleurs, pour Siegel (1988), il existe une pensée critique générale et une pensée critique spécifique. Une pensée critique générale repose sur des habiletés cognitives générales et donc transférables, alors qu'une pensée critique spécifique nécessite une certaine expertise dans le domaine en question.

Dans un autre contexte, des chercheurs en éducation au Québec développent également leur définition de la pensée critique, en s'appuyant sur ces définitions « classiques » et en synthétisant plusieurs perspectives :

Daniel (2005)¹⁶ :

La PC dialogique est le processus d'évaluation d'un objet de la pensée, en coopération avec les pairs, dans une visée d'éliminer les critères non pertinents dans une perspective de contribution à l'amélioration de l'expérience. La pensée critique

¹⁶ Daniel (2005) réalisent une recherche empirique avec l'objectif de vérifier si, effectivement, les élèves du primaire pouvaient développer une pensée critique et, deuxièmement, comprendre comment se manifeste le processus d'apprentissage d'une telle pensée chez des élèves de 10 à 12 ans dans le cadre d'une pratique de la Philosophie pour enfants adaptée aux mathématiques (PPEM).

dialogique est un processus de recherche en commun qui se manifeste dans des attitudes et des habiletés cognitives reliées à la conceptualisation, la transformation, la catégorisation et la correction. (p. 138)

Gagnon (2010) :

La PC est une pratique évaluative fondée sur une démarche réflexive, autocritique et autocorrectrice impliquant le recours à différentes ressources (connaissances, habiletés de pensée, attitudes, personnes, informations, matériel) dans le but de déterminer ce qu'il y a raisonnablement lieu de croire (au sens épistémologique) ou de faire (aux sens méthodologique et éthique) en considérant attentivement les critères de choix et les diversités contextuelles. (p. 468)

4.2 Critères et choix de définitions de la pensée critique pour le domaine de la didactique des mathématiques

À la lumière de l'exploration des textes fondateurs et des définitions des auteurs-clés qui ont défini la PC, nous explicitons dans cette sous-section les critères concernant la PC pour le domaine de la didactique des mathématiques afin d'argumenter notre choix de définitions de PC.

Nous aborderons par la suite : a) le caractère normatif de la PC, b) le mode évaluatif de la PC, c) la question du rapport aux savoirs, d) le rôle d'une PC pour la PS et e) la mobilisation générique ou spécifique de la PC dans un contexte disciplinaire. Par la suite, nous indiquerons les définitions de la PC et de la PS que nous avons retenues pour notre recherche.

4.2.1 Normativité¹⁷ de la pensée critique

Siegel (2010), en synthétisant les définitions des auteurs fondateurs de la PC, à savoir Ennis (1985, 1993), Lipman (2003), Paul (1990, 1992), Siegel (1988) et McPeck (1981, 1990), conclut que l'un des aspects-clés de la PC, sur lesquels les définitions de ces auteurs s'entendent, est son caractère normatif. L'auteur mentionne que souvent le développement d'une PC dans le contexte scolaire est circonscrit à un sens plus restreint, à savoir favoriser le développement des habiletés cognitives chez les élèves, lesquelles leur permettront de performer au travail, et ainsi, d'être productifs d'un point de vue économique. Cependant, Siegel (2010) considère que la mission éducative en lien avec le développement de la PC adopte une perspective plus large de cette notion, qui serait proche de l'idéal de la rationalité. En effet, la PC est une manière de bien penser. Ainsi, la notion de PC est fondamentalement normative de caractère, car sa mobilisation active un processus de pensée réflexive tout en se basant sur des critères épistémiques menant à un jugement justifiable, raisonnable et donc juste, tout en étant sensible au contexte (Hasni, 2017). Ainsi, bien que les définitions de ces auteurs-clés mettent l'accent sur des éléments différents, elles s'entendent sur le caractère essentiellement normatif de la PC.

Il est par conséquent important de déterminer pour chaque situation la « norme » (la référence) qui permet de juger de l'exercice ou de l'acquisition de cette pensée. C'est cette norme qui doit conduire à l'élaboration des dimensions et des attributs et, par

¹⁷ « Ensemble de règles sociales qui découlent de croyances, de connaissances, et d'opinions dans un contexte donné et qui influence la normalité » (Legendre, 2005, p. 938).

conséquent, des items à utiliser dans les tests et dans les interventions visant le développement de cette pensée. (Hasni, 2017, p. 34)

4.2.2 *Mode évaluatif de la pensée critique*

Les définitions de Brookfield (1997), de Daniel (2005), de Gagnon (2008) et de Lipman (2003) mettent en exergue le mode évaluatif comme étant le mode propre de la PC. Ce mode présente la particularité d'être dirigé vers ses propres conceptions et démarches (qu'on pourrait caractériser comme appartenant au mode d'évaluation interne) plutôt que vers celles des autres (qu'on pourrait caractériser comme appartenant au mode d'évaluation externe). De plus, à l'instar d'Ennis, la définition de Gagnon (2011a) met l'accent sur le but de la PC, à savoir « déterminer ce qu'il y a raisonnablement lieu de croire (conceptions épistémologiques) ou de faire (interventions d'ordre méthodologique et éthique) » (p. 3). Deux volets principaux sont donc annexés à ce but : éthique et épistémologique. En ce qui concerne le volet éthique, une personne mobilisant la PC, avant d'agir, prend le soin de réfléchir aux principes, normes sociales et valeurs guidant son action ainsi qu'à leurs conséquences, ce qui se rapporterait à une éthique de la responsabilité (Gagnon, 2011a). En ce qui concerne le volet épistémologique, « il implique de s'engager à l'intérieur de processus de cognition épistémique visant à déterminer la valeur ainsi que la pertinence, associées à des savoirs de différents ordres. Conséquemment, il conduit à examiner attentivement la qualité de même que la valeur des informations auxquelles nous avons accès... » (Gagnon, 2011b, p. 4).

4.2.3 *Mobilisation d'éléments de PC dans le modèle de pensée statistique selon Wild et Pfannkuch*

Précédemment, nous avons analysé la pensée statistique grâce au modèle quadridimensionnel de Wild et Pfannkuch (1999). Nous avons vu que les personnes mobilisant la PS peuvent, tout à la fois, mobiliser des habiletés cognitives comme poser des questions pertinentes, analyser des arguments ou interpréter les résultats, en adoptant des attitudes d'ouverture d'esprit, de curiosité, de rigueur et de persévérance. Ces habiletés et dispositions trouvent leur place dans le cadre conceptuel de Wild et Pfannkuch (1999) portant sur la pensée statistique. En effet, les quatre dimensions contiennent des modes de pensée statistique génériques et spécifiques, et sont simultanément opérationnelles chez le penseur. Nous avons vu que la dimension 3 (cycle d'interrogation) met en évidence, à travers ses cinq composantes constitutives (Générer, Rechercher, Interpréter, Critiquer et Juger), que la personne ayant recours à la PS mobilise lors de la résolution de problème constamment l'une de ces cinq composantes dans un processus métacognitif et évaluatif et de distanciation critique par rapport à nos processus statistiques.

Ainsi, l'élève qui s'investit pleinement et de manière critique dans des activités statistiques s'apercevra que la statistique se base sur un mode de pensée particulier, à savoir raisonner avec la variabilité des données et aborder la notion d'incertitude. Il prendra alors conscience que les raisonnements, les outils et les techniques spécifiques en statistique diffèrent en partie des autres domaines des mathématiques comme l'arithmétique, l'algèbre ou la géométrie (Jones, 2007).

4.2.4 *Mobilisation générique ou spécifique de la pensée critique dans un contexte disciplinaire*

Le débat parmi les experts sur le caractère générique ou spécifique de la mobilisation de la pensée n'est pas récent (Paul, 1990). Ainsi, plusieurs théoriciens, comme Paul (1990, 1992) ou Ennis (1985, 1993), pensent que la PC serait une démarche commune à plusieurs disciplines ou un ensemble d'habiletés et d'attitudes sous-jacentes à chacune. Cependant, bien que certains auteurs soient en faveur du caractère générique des habiletés et des attitudes de la PC, d'autres comme McPeck (1981, 1990) sont d'avis que l'exercice de la PC est intimement lié aux contextes et que son caractère « générique » ne garantirait pas sa transférabilité d'un domaine à un autre. Des recherches plus récentes comme celles de Jones (2007) et de Gagnon ont montré « qu'il pourrait y avoir des relations entre les croyances épistémologiques et l'exercice d'une PC, et que ceux-ci sont appelés à varier en fonction des domaines ainsi que des concepts abordés » (Gagnon, 2011a, p. 9). De son côté, Jones (2007) analyse la mobilisation de la PC dans des contextes disciplinaires, à savoir pour l'histoire et l'économie. Cette auteure conclut que la dimension épistémique des deux disciplines influence la manière dont la PC est mobilisée. En effet, la validation et la conceptualisation des connaissances dans chaque discipline semblent façonner la compréhension, la définition et la mobilisation de la PC. L'important, lorsque l'on considère la PC, ce sont les manières dont les connaissances disciplinaires sont comprises et abordées. La question du rapport aux savoirs demeure ainsi centrale quand nous abordons la PC dans un contexte disciplinaire, c'est-à-dire, dans le cas de notre recherche, la statistique.

4.2.5 *Choix de définition de la pensée critique*

La considération des critères que nous venons d'explicitier, à savoir la normativité et le mode évaluatif de la PC, son rôle intrinsèque pour la PS ainsi que la question du rapport aux savoirs disciplinaires (la statistique en ce qui concerne notre thèse), nous amène à retenir pour notre recherche les définitions de Brookfield (1997), Ennis (1989), Gagnon (2008) et Lipman (2003), qui sont articulées et synthétisées dans la définition de Gagnon (2011a). Cette définition nous permet d'aborder la question importante du rapport aux savoirs tout en mettant de l'avant la pratique évaluative et justificative fondée sur une démarche réflexive, autocritique et autocorrectrice d'une PC.

5. UNE DÉFINITION À VISÉE OPÉRATIONNELLE DE LA PENSÉE CRITIQUE

Gagnon (2008, 2011a) propose une définition à visée opérationnelle de la PC, en postulant la dimension évaluative comme mode propre d'une PC et en s'appuyant sur un exercice de synthèse qui a permis de relever des relations entre la PC, l'utilisation de critères, le souci du contexte, les considérations éthiques, la cognition épistémique, les pratiques évaluatives, l'autocritique ainsi que l'autocorrection.

La définition de la PC articule ces composantes autour de deux éléments. Le premier est le mode évaluatif, mode propre de la PC, et le deuxième est, son sens téléologique, à savoir déterminer ce qu'il y a raisonnablement lieu de croire ou de faire (Ennis, 1985). Cette définition est la suivante :

La pensée critique est une pratique évaluative fondée sur une démarche réflexive, autocritique, voire autocorrectrice impliquant le recours à différentes ressources (connaissances, habiletés de pensée, attitudes, personnes, informations, matériel) dans le but de déterminer ce qu'il y a raisonnablement lieu de croire (conceptions épistémologiques) ou de faire (interventions d'ordre méthodologique et éthique) en considérant attentivement les critères de choix et les diversités contextuelles, tout en assurant une vigilance face aux sophismes ainsi qu'aux biais cognitifs. (Gagnon, 2010, p. 468)

La PC est présentée par cette définition sous l'angle d'une *pratique* et non d'un état (Gagnon, 2010). En effet, selon lui, il est plus approprié de parler de pratiques critiques que de PC lorsqu'on s'engage dans un projet orienté vers l'observation et l'analyse de données empiriques. Plus précisément, cela permet de diriger l'attention sur le caractère situé de la pensée critique en action.

5.1 Grille d'analyse des pratiques critiques d'élèves en situation de résolution de problèmes

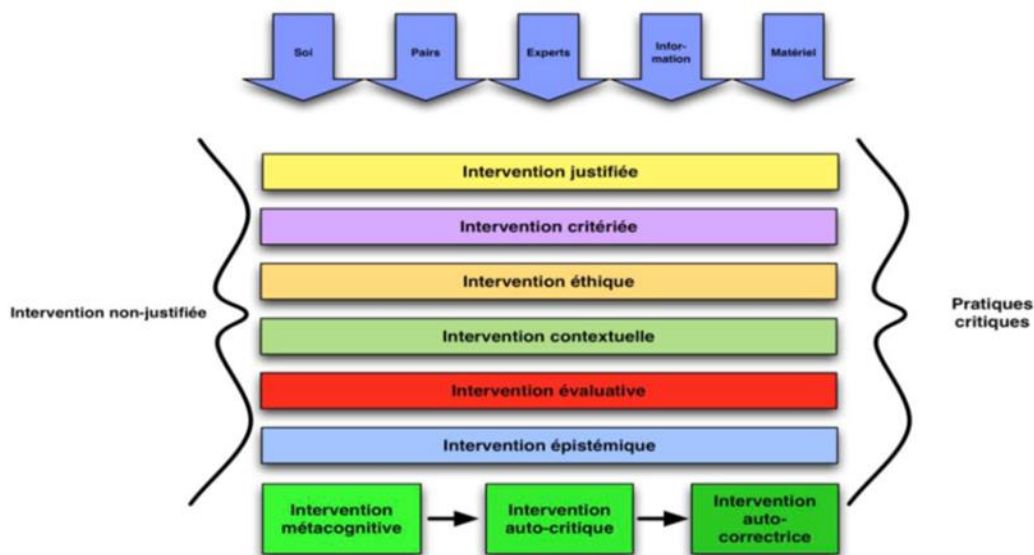
Gagnon (2011a) propose une grille d'analyse des pratiques critiques en situation de résolution de problèmes dits complexes, laquelle s'inscrit à l'intérieur d'un processus de recherche qualitative. Cette grille d'analyse a émergé à partir des analyses des pratiques critiques des élèves (Gagnon, 2010) en contexte de classe.

Selon son auteur (Gagnon, 2010), cette grille permet d'analyser les processus de pensée critique en situation en réalisant une observation participative d'élèves travaillant en petites équipes. Pour l'élaboration de la grille d'analyse, 10 types d'interventions constitutives des pratiques critiques ont été identifiés, en lien avec la définition de la PC proposée par l'auteur. Le tableau suivant dresse une description claire de chacun de ces types d'intervention des pratiques critiques. Aussi, la figure qui suit montre un schéma des interventions constitutives des pratiques critiques, proposé par Gagnon (2011a).

Tableau 2. Description des 10 types d'intervention des pratiques critiques

Type d'intervention des pratiques critiques	Description de chaque type d'intervention
Non justifiée	L'intervention non justifiée correspond à l'expression d'une opinion, qui est en quelque sorte le contraire d'une PC. Ce type d'intervention permet de contrebalancer des analyses qui ne seraient qu'exclusivement orientées vers l'identification de la manifestation d'une PC.
Justifiée	Intervention qui tend à fonder une opinion ou une action, que ce soit par une raison, un exemple, une conséquence, etc. L'intervention justifiée est un premier pas vers la mobilisation d'un critère, puisque ce dernier correspond, notamment, à une raison ayant été évaluée (Lipman, 2003).
Critériée	Intervention qui manifeste le recours à un critère (c'est-à-dire une raison particulièrement déterminante et objectivée) : composante nécessaire (mais non suffisante) de la PC identifiée entre autres par Lipman (2003) et Bailin, Case, Coombs, et Daniels. (1999).
Éthique	Toute intervention qui prend en compte les dimensions éthiques d'une question (bien, bon, mauvais, dignité...). Elle touche à la pensée responsable (sans que cette dernière s'y réduise) (Daniel, 2005) et contribue à déterminer ce qu'il y a lieu de faire (Ennis, 1985).
Contextuelle	En référence à Lipman (2003), il s'agit d'une intervention qui manifeste un souci de mettre en évidence les circonstances ou les divers cadres de référence, qu'ils soient d'ordre historique, social, disciplinaire ou paradigmatique, idéologique, familial... Cette intervention est considérée comme permettant de nuancer les jugements en évitant les généralisations hâtives.
Évaluative	Intervention qui se rapporte au mode propre de la PC et qui se situe dans l'axe des mégacritères identifiés par Lipman (2003) : justesse, force, pertinence, cohérence, viabilité... Elle tend à « donner de la valeur », qu'elle soit d'ordre épistémologique, éthique ou logique.
Épistémique	Intervention portant sur la valeur de vérité des savoirs, la crédibilité des sources et le rapport aux informations; elle convoque des conceptions épistémologiques associées aux pratiques critiques. Elle touche le volet « ce qu'il y a lieu de croire », puisé chez Ennis (1985).
Métacognitive	Intervention qui porte sur ses propres actions, démarches ou processus de pensée, de même que sur les outils de cognition. Elle rejoint l'axe de la pensée réflexive présent dans notre définition.
Autocritique	L'intervention autocritique porte un regard évaluatif sur ses propres pratiques, en tant qu'individu ou groupe, et, en ce sens, elle peut conduire (pas nécessairement) à l'autocorrection, laquelle manifeste un changement de vision ou de pratique (Daniel, 2005).
Autocorrectrice	L'autocorrection est une composante de la PC (Lipman, 2003; Paul, 1990) qui présuppose une forme d'autocritique. Ainsi, elle fait de la PC une pensée autorégulatrice, consciente d'elle-même, des outils dont elle dispose et des façons adéquates de les utiliser.

Figure 2. Interventions constitutives des pratiques critiques (Gagnon, 2011a)



5.2 Avantages et limites de la grille proposée par Gagnon

Nous pouvons faire ressortir plusieurs avantages de la grille proposée par Gagnon (2010, 2011a). Tout d'abord, celle-ci propose relativement peu de catégories; en effet elle contient seulement 10 types d'intervention de pratiques critiques. D'autres modèles connus en PC contiennent quant à eux un grand nombre de catégories pour cerner la PC (une trentaine chez Ennis ou Paul), ce qui rend complexe et difficile le travail d'analyse pour le chercheur. Les dix catégories définies sont non mutuellement exclusives, ce qui signifie qu'une intervention peut se rapporter à plusieurs types. Gagnon (2011a) souligne qu'un processus de double codage intra et intercodeur présente un haut niveau de correspondance (90 %), ce qui tend à montrer que cette grille présenterait une haute fiabilité en tant qu'outil d'analyse. Les catégories semblent être clairement définies. Elles permettent d'identifier des pratiques critiques « en situation », et non a priori (Gagnon, 2011a).

Par ailleurs, ce modèle de PC ne s'inscrit pas dans une perspective développementale. Il offre ainsi une cohérence logique et épistémologique au regard des visées de notre thèse. Un autre avantage qu'offre ce modèle est son approche descriptive et comparative (conduites in situ) et non évaluative (niveaux de PC a priori) (Gagnon, 2011a). De plus, ce modèle de PC porte une attention particulière au retour constant au contexte d'énonciation des problèmes abordés : il permet au chercheur de créer du sens et des liens entre les catégories et lui permet de jeter un regard critique sur leurs articulations.

Enfin, cette grille offre une description et une meilleure compréhension des processus collectifs. L'accent est mis sur le caractère social et situé d'une PC (Gagnon, 2011a). Somme toute, la grille nous semble être modifiable et applicable en contexte statistique, entre autres grâce à ses caractères de simplicité et de fiabilité.

Cependant, nous sommes également conscients de quelques limites que nous avons pu relever de cette grille. D'une part, son caractère simple pourrait réduire la complexité d'une PC. D'autre part, cette grille est encore peu utilisée en recherche, ce qui exige une plus grande prudence de la part du chercheur qui s'en servira comme outil d'analyse et de compréhension d'une PC. De plus, nous pensons également que le rapport de non-exclusivité mutuelle peut multiplier les possibilités de combinaisons. En ce sens, ceci représente un défi de cohérence entre les codeurs. Un autre défi pour un chercheur travaillant avec cette grille serait une réflexion sur le rapport de non-exclusivité. Il doit se demander comment ne pas trop complexifier le codage et comment bien situer et garder précises les interprétations des interventions constitutives des pratiques critiques observées.

6. ARTICULATION DU CADRE POUR LA PS DE WILD ET PFANKUCH AVEC LA GRILLE D'ANALYSE DES PRATIQUES CRITIQUES

Une comparaison des éléments constitutifs du cadre de Wild et Pfankuch (1999) et de la grille d'analyse de Gagnon (2011a) nous a permis de déceler des similitudes conceptuelles que nous allons présenter par la suite afin de pouvoir discuter davantage de leur sens et de leur portée.

D'une part, dans sa grille d'analyse, Gagnon (2011a) parle de « cibles » ou d'« objets » différents sur lesquels les interventions des pratiques critiques des élèves peuvent être dirigées. Ces éléments sont représentés par des flèches bleues dans la partie supérieure de la présentation schématique. Nous retrouvons ainsi « soi », « pairs », « experts », « information » et « matériel ». D'autre part, dans leur cadre conceptuel, Wild et Pfankuch (1999) identifient également ces éléments comme des points de références externes. En effet, ces auteurs les décrivent dans le cycle d'interrogation (dimension 3 de la PS); plus précisément sous la composante Critiquer, c'est-à-dire critiquer en ayant recours à des points de références externes (*check against external reference points*, Wild et Pfankuch, 1999, p. 232). Ainsi, selon eux, les personnes mobilisant la PS peuvent recourir à des points de références externes comme d'autres personnes (des collègues – des pairs, des experts en la matière), de la littérature disponible et d'autres sources de données (p. ex. des données historiques) [« We may also check against external reference points such as: other people (i.e. talk to clients, colleagues, experts, “workers in the system”); available literature and other data sources (e.g. historical data) »] (p. 232).

En ce qui concerne les points de références internes, il s'agit pour Wild et Pfannkuch (1999) de vérifier et de discuter avec nous-mêmes, sous-pesant avec notre connaissance du contexte, avec nos connaissances statistiques, avec les contraintes avec lesquelles nous travaillons, et anticipant des problèmes qui sont les conséquences de nos choix. Un tel processus portant sur nos propres actions, démarches ou processus de pensée, ainsi que sur des outils de cognition est identifié par Gagnon (2011a) comme une intervention de type métacognitif, évaluatif, autocritique ou encore autocorrectif, dans le sens où il nous permet de nous distancier mentalement et d'examiner notre propre processus de pensée.

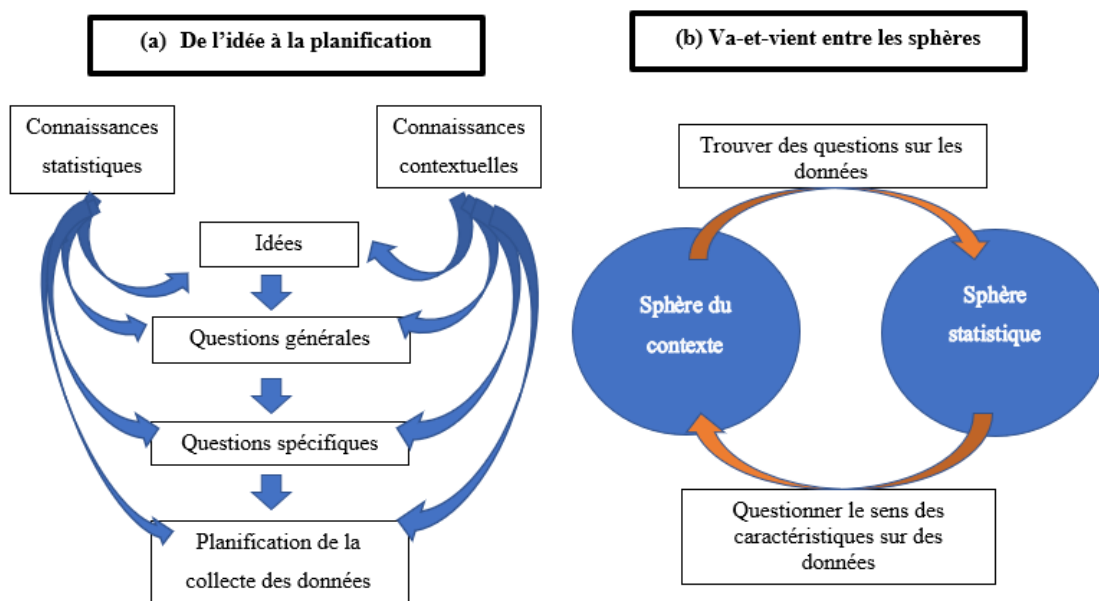
Par ailleurs, d'une part, la dimension 3 du modèle de Wild et Pfannkuch (1999), à savoir le cycle d'interrogation (Générer, Rechercher, Interpréter, Critiquer et Juger), montre des similitudes avec la définition de Gagnon (2011a). Sous la 4^e composante – Critiquer – de cette dimension, Wild et Pfannkuch (1999) précisent que dans cette composante, on s'appuie sur des points de référence internes et externes (voir sur un cycle d'interrogation du modèle). Ces derniers correspondent aux ressources externes et internes identifiées dans la définition de Gagnon (2011a), sur lesquels la PC s'appuie. Le processus de PC mène alors au jugement basé sur des critères et des arguments qui bouclent un cycle d'interrogation de la PS, selon le modèle. Shaughnessy (2007) souligne que la dimension 3 de ce modèle consiste en une activité explicitement métacognitive : pour résoudre des problèmes statistiques, nous avons affaire à des croyances, des émotions, aux perspectives des personnes externes ou à leurs propres perspectives. Dans le contexte de la statistique en classe, les élèves se mettent dans la peau d'un statisticien qui se base sur des données statistiques et qui s'interroge régulièrement, tout en réfléchissant aux processus de production et

d'analyse des données. En ce sens, une personne mobilisant la PS tend à vérifier régulièrement si ses propres conclusions ou les conclusions des écrits qu'il aborde seraient justifiées et crédibles, et de poser des questions par rapport à la qualité des données et à la pertinence des méthodes d'analyses employées.

Il est important de considérer aussi que les statistiques ne peuvent être séparées de leur contexte, car nous construisons du sens à partir des statistiques et nous les interprétons à partir et à l'aide de leur contexte. Ainsi, tant pour le PS que pour la PC, le souci du contexte est crucial.

Pfannkuch et Wild (2004) précisent que le cycle d'interrogation peut s'opérer à un niveau micro et à un niveau macro, dans lesquels le penseur évalue le processus statistique en générant des possibilités, en recherchant ou se rappelant des informations, en interprétant et connectant des idées, en critiquant des idées en lien avec ses connaissances contextuelles (context knowledge) et statistiques (statistical knowledge), ses croyances, etc., et en jugeant ce qu'il y a raisonnablement lieu de croire.

Figure 3. Interrelations entre contexte et statistiques (Wild et Pfannkuch, 1999, p. 228)



La figure 3 met en évidence la synthèse des idées et de l'information statistique du contexte et des statistiques. Les connaissances statistiques et les connaissances contextuelles influencent en même temps chaque processus quand on aborde les idées, formule des questions ou articule des planifications en statistique (figure 3) et dans l'interaction entre la sphère statistique; la sphère contextuelle se fait dans un mouvement de va-et-vient (voir figure 3). La figure 3 met en exergue l'évolution d'une idée partant d'un doute (intuitif) jusqu'à la formulation d'une question statistique assez précise pour y répondre par une collecte et une analyse des données. Les premières phases sont principalement guidées par les connaissances contextuelles. Les connaissances statistiques sont interpellées davantage lorsque le processus de pensée se cristallise. La figure illustre le mouvement de va-et-vient constant du processus de pensée entre la sphère contextuelle et la sphère statistique. Cette alternance constante se fait à travers toutes les phases du PPDAC (problème-planification-données-analyse-conclusion) du cycle d'investigation. Par exemple, à la phase de

l'analyse, des questions qui émanent des connaissances contextuelles nécessitent une consultation des données, ce qui nous pousse temporairement vers la sphère statistique, à la suite de quoi de nouvelles informations recueillies parmi les données nous poussent à nouveau vers la sphère contextuelle, afin de trouver le sens de ces nouvelles informations.

Par ailleurs, Wild et Pfannkuch (1999) sont d'avis que la propension d'une personne à adopter une attitude critique et celle d'être curieux et imaginatif sont les dispositions qui font avancer une enquête statistique. Une implication est que les tâches statistiques peuvent trouver écho dans le vécu des élèves pour qu'ils mobilisent une pratique critique et, si possible, les tâches devraient également contester leurs croyances.

7. PROPOSITION D'UNE DÉFINITION OPÉRATIONNELLE DU CYCLE D'INTERROGATION¹⁸ DE LA PS DE WILD ET PFANNKUCH

Rappelons que Wild et Pfannkuch (1999) ont défini ce cycle comme un processus de pensée générique et métacognitive, de « nature réflexive » (cités dans Shaughnessy, 2007, p. 964), qui est utilisé de manière constante en résolution de problèmes statistiques. Ces auteurs ont pu montrer que le penseur¹⁹, à toutes les étapes de résolution de problèmes, s'interroge sur le contenu

¹⁸ Les auteurs d'origine (Wild et Pfannkuch, 1999) appellent ce cycle le cycle d'interrogation (interrogative cycle). De leur côté, Burrill et Biehler (2013) adoptent une traduction en français de « cycle de questionnements » (p. 6). Nous préférons rester le plus proche possible du terme original, d'autant plus que Burrill et Biehler (2013) ont fait leur choix de traduction et que l'acte de questionner et l'acte d'interroger se différencient tant par le mode de fonctionnement et par le but qu'ils cherchent à atteindre, que par la posture de l'acteur.

¹⁹ Les auteurs ont mené et réalisé l'analyse des entrevues et des verbatim des étudiants en statistique, soit pendant qu'ils participaient à un projet de recherche, soit pendant qu'ils étaient filmés dans une situation de résolution en classe ordinaire et en résolvant des problèmes statistiques (Wild et Pfannkuch, 1999).

et sur le processus statistique et se trouve dans l'une des cinq composantes du cycle : Générer, Rechercher, Interpréter, Critiquer, Juger.

Cependant, les auteurs ne se sont limités qu'à fournir une définition plus ou moins détaillée et théorique de chacune de ces composantes et ils n'ont pas clarifié comment elles s'opérationnaliseraient. Autrement dit, comment un chercheur peut-il utiliser ces composantes pour analyser de manière détaillée, intelligible et distinctive les manifestations des élèves ou des équipes d'élèves lors de la réalisation d'une activité statistique en classes? En effet, le modèle de la PS de Wild et Pfannkuch (1999) s'intéresse principalement à définir une PS d'expert en statistique (Burrill et Biehler, 2013), c'est-à-dire d'un professionnel ou d'un étudiant maîtrisant déjà les concepts fondamentaux, habile avec les statistiques et leur analyse dans son travail.

Une PS de manière générale, et sa dimension 3 en particulier, manifestée chez des élèves, est située. Dans le cas d'un travail en équipe, ils résolvent des problèmes statistiques tout en se confrontant aux croyances et aux perspectives des autres et à leurs propres croyances et perspectives (Shaughnessy, 2007; Wild et Pfannkuch, 1999). Ainsi, il est nécessaire de proposer une définition opérationnelle pour analyser et comprendre les cinq composantes du cycle d'interrogation, manifestées en action par ces élèves qui peuvent adopter le rôle de « détectives de données » (data detectives) (Shaughnessy et Pfannkuch, 2002), qui, de manière continue, se questionnent et réfléchissent sur leur processus de production et d'analyse de données statistiques.

Le cycle d'interrogation peut être caractérisé comme un processus métacognitif et de distanciation critique par rapport à nos propres processus statistiques (Wild et Pfannkuch 1999, Pfannkuch et Wild, 2004).

Nous proposons une définition opérationnelle du cycle d'interrogation de la PS, pour nous aider à répondre à ces questions et à analyser avec plus de finesse la dimension interrogative, qui s'observe en complémentarité grâce à la mobilisation d'un ou de plusieurs types d'intervention de pratiques critiques (Gagnon, 2011a), comme une intervention justifiée, contextuelle, évaluative, métacognitive, épistémique ou encore autocritique et autocorrectrice. En effet, ces interventions nous permettent une analyse plus spécifique de chacune des cinq composantes de la dimension 3 de la PS. Par ailleurs, l'utilisation d'une double grille d'analyse nous permettra de relever les tendances critiques (ou pas) chez les élèves et d'observer les types d'interventions qui sont davantage mobilisées que d'autres selon les composantes de la PS.

Le tableau qui suit fournira une définition opérationnelle du cycle d'interrogation de la PS pour observer les manifestations de la dimension critique de la PS chez des élèves du début du secondaire en réalisation d'une activité statistique.

La première colonne du tableau identifie chacune des cinq composantes du cycle d'interrogation de la PS (Générer, Rechercher, Interpréter, Critiquer, Juger). Il s'agit des composantes de la dimension 3 du modèle quadridimensionnel de Wild et Pfannkuch (1999). Dans la colonne du centre, nous proposons une définition générale de chaque composante, mais proche des définitions proposées par le modèle d'origine de Wild et Pfannkuch (1999). Elle servira au

chercheur à avoir une compréhension globale et conceptuelle de chaque composante. Dans la colonne de droite, nous proposons une description opérationnalisée de chaque composante. Celle-ci fournira des indicateurs clairs et appuiera le codeur dans son travail d'identification de chaque composante. Lors du codage du verbatim, ces indicateurs permettront de situer les spécificités de chaque composante et d'afficher clairement les différences d'une composante à une autre. Les indicateurs sont inspirés du texte d'origine, alors que les questions attachées sont développées par nous, afin de rendre opérationnelle l'analyse des différents éléments issus des données de recherche selon chacune des cinq composantes. Finalement, la définition opérationnelle est complétée par les 10 types d'intervention des pratiques critiques (Gagnon, 2011a) à l'égard des cinq composantes de la dimension 3 de la PS. Ceci permettra au chercheur d'analyser et de comprendre en profondeur quels types d'interventions critiques sont mobilisés in situ au regard de chacune des cinq composantes du cycle interrogatif de la PS.

Tableau 3. Définition opérationnelle de la dimension 3 (cycle d'interrogation) de la pensée statistique selon Wild et Pfannkuch

Composantes de la dimension 3 de la PS (cycle d'interrogation)	Définition conceptuelle de chaque composante de la dimension 3 du modèle selon Wild et Pfannkuch (1999)	Description opérationnalisée de chaque composante
1. Générer	Face à un problème statistique à résoudre, les élèves mobilisent le contexte, les données et leurs connaissances statistiques, de manière individuelle ou en équipe; ils formulent des possibilités et des idées et discutent des stratégies de résolution. La genèse des possibilités provient par exemple du contexte, des données ou des connaissances	<p>Sélectionner, planifier, discuter de la pertinence des données et d'une ou de plusieurs techniques de résolution.</p> <p>Anticiper des questions et des explications alternatives.</p> <p>Les questions possibles que les élèves se posent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quelles données sont pertinentes? Quelles données ne seraient pas

Composantes de la dimension 3 de la PS (cycle d'interrogation)	Définition conceptuelle de chaque composante de la dimension 3 du modèle selon Wild et Pfannkuch (1999)	Description opérationnalisée de chaque composante
	statistiques et s'applique au problème présent. Elle peut être préservée pour une résolution future.	<p>pertinentes et pourquoi? Pourquoi telle ou telle donnée (au singulier) nous²⁰ intéresse, nous intrigue? Est-ce qu'elle ressemble ou se différencie des autres données, et pourquoi? De quelles données avons-nous besoin maintenant, et plus tard?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comment les données sont-elles collectées? Sont-elles complètes? - Qu'allons-nous faire? Comment allons-nous résoudre le problème? Est-ce qu'il existe une diversité de façons d'aborder le problème, et si oui, lesquelles? - Comment allons-nous procéder pour communiquer nos résultats? Avons-nous besoin de faire un (ou plusieurs) diagramme(s), et si oui, qu'est-ce qu'ils vont apporter de plus à notre présentation?
2. Rechercher	À la suite d'une genèse des possibilités, les élèves tentent de scruter l'information. Il s'agit d'évoquer une information qu'on connaît déjà et d'approfondir davantage pour en connaître plus (processus de recherche interne selon les auteurs). Ou alors il s'agit d'une recherche de nouvelles informations ou idées à l'extérieur d'une personne ou d'une équipe (en discutant avec une autre	<p>Examiner, scruter l'information sélectionnée</p> <p>Les questions possibles que les élèves se posent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quelles données ne sont pas encore claires pour nous? Que peuvent-elles nous dire de plus dans le contexte du problème? - Avons-nous besoin d'informations ou de données supplémentaires? Si oui, lesquelles et pourquoi?

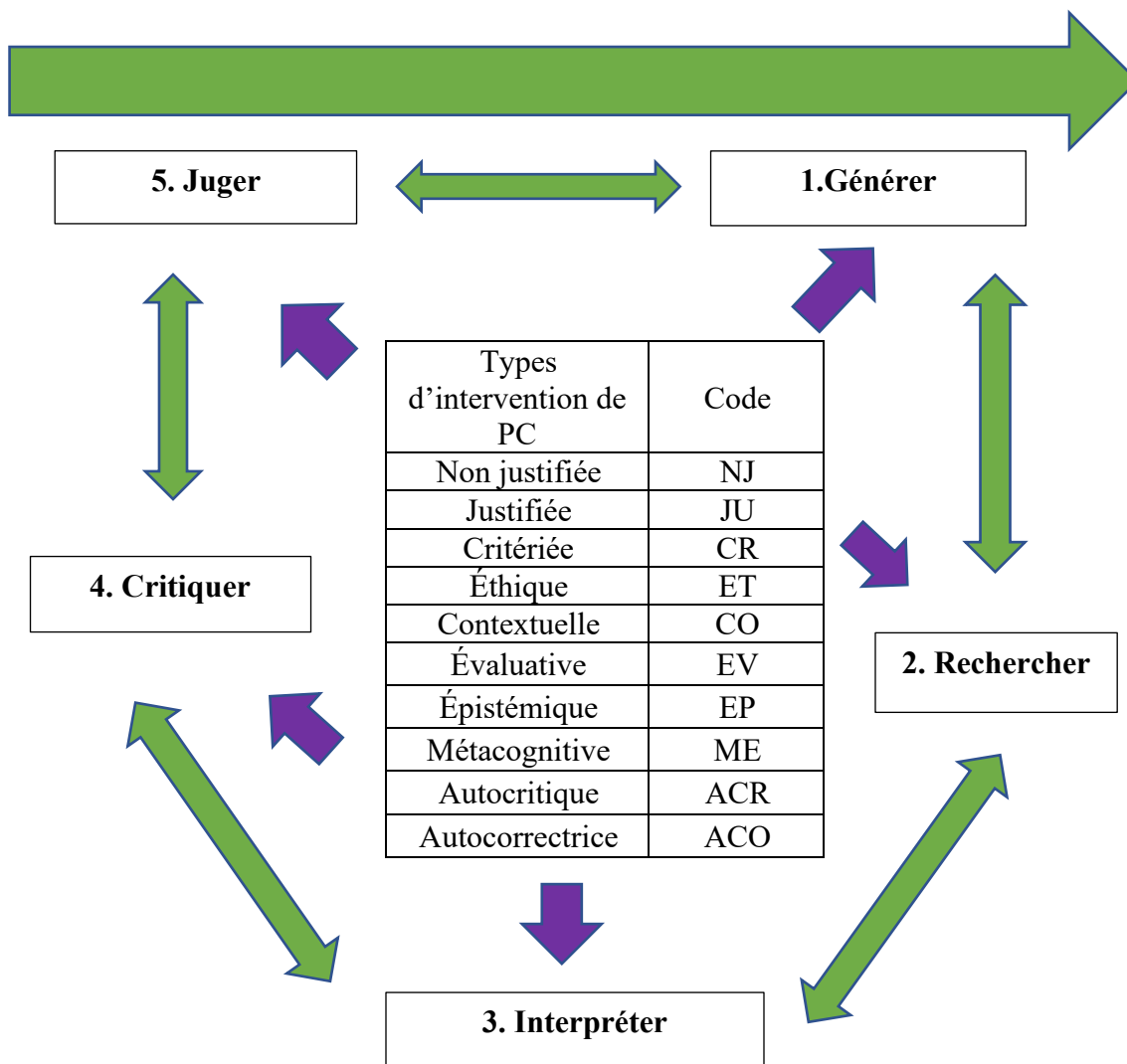
²⁰ Le « nous », ici, représente une question qu'un élève pose à son équipe.

Composantes de la dimension 3 de la PS (cycle d'interrogation)	Définition conceptuelle de chaque composante de la dimension 3 du modèle selon Wild et Pfannkuch (1999)	Description opérationnalisée de chaque composante
	équipe, l'enseignant ou un élève « expert »).	<ul style="list-style-type: none"> - Comment allons-nous les obtenir et à quoi vont-elles nous servir pour résoudre le problème?
3. Interpréter	Ce processus fait intervenir toute forme d'information comme les graphiques, les résumés ou d'autres productions issues de l'analyse statistique. Il s'agit d'interconnecter des nouvelles idées ou informations avec les connaissances existantes afin d'élargir nos connaissances grâce à des connexions nouvelles.	<p>Connecter les informations déjà analysées jusqu'ici, éventuellement les combiner avec des graphiques, des tableaux, des résumés, issus de l'analyse statistique.</p> <p>Les questions possibles que les élèves se posent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Que disent les données analysées jusqu'ici? - Est-ce que l'analyse menée jusqu'ici correspond à notre/nos hypothèse(s) de départ? - Quel(s) graphique(s)/tableau(x) serai(en)t le(s) plus adapté(s) pour la présentation des données obtenues à partir de notre analyse? - Quelle est notre conclusion/réponse au problème ou à la question statistique traitée?
4. Critiquer	Il s'agit d'un processus crucial du cycle interrogatif. Cette composante dite « critique » vérifie la pertinence des informations et des idées en les confrontant à des points de repère internes (ce que nous connaissons nous-mêmes, en vérifiant avec nos connaissances contextuelles et statistiques) et à des repères	<p>Vérifier les sources, l'exactitude des informations et les références internes et externes, prendre du recul pour analyser la situation, sa propre pensée.</p> <p>Les questions possibles que les élèves se posent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Est-ce que nous avons examiné ou pris en compte toutes les données nécessaires?

Composantes de la dimension 3 de la PS (cycle d'interrogation)	Définition conceptuelle de chaque composante de la dimension 3 du modèle selon Wild et Pfannkuch (1999)	Description opérationnalisée de chaque composante
	externes (les connaissances des autres personnes, en échangeant et discutant avec d'autres élèves, des collègues, ou des experts; en tenant compte de la littérature pertinente ou d'autres sources d'informations). Il s'agit de se distancier mentalement et d'examiner notre propre processus de pensée ou manière de faire.	<ul style="list-style-type: none"> - Est-ce correct? Le résultat est-il signifiant? Correspond-il à ce que je connais ou à ce que mon équipe connaît? - Notre technique est-elle appropriée? Ce que nous avons analysé est-il correct? - Le résultat est-il signifiant? Correspond-il à ce que mon groupe connaît?
5. Juger	Dans le cas de cette composante, il s'agit de décider ce que nous retenons et ce que nous écartons comme idées ou informations. Nous appliquons un jugement sur différents éléments comme la fiabilité de l'information, l'utilité des idées, la viabilité des plans, la conformité entre contexte et compréhension statistiques.	<p>Prendre une décision basée sur des arguments, juger de la fiabilité de l'information, de l'utilité des idées, etc.</p> <p>Les questions possibles que les élèves se posent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Est-ce que notre conclusion/réponse au problème ou à la question statistique traitée est éloquente et complète? Est-ce que les données avec lesquelles nous avons travaillé nous ont permis d'aboutir à une réponse complète? Sinon, qu'est-ce qui manquerait pour la compléter?

Source : Wild et Pfannkuch, 1999.

Figure 4. Schéma du cycle d'interrogation (Wild et Pfannkuch, 1999) alimenté par les 10 types d'intervention des pratiques critique (Gagnon, 2011a)



8. QUESTIONS SPÉCIFIQUES DE RECHERCHE

Rappelons ici notre objectif général de recherche :

Comprendre les manifestations de la dimension critique de la pensée statistique chez des élèves du secondaire

Les discussions et réflexions autour de l’articulation des différentes composantes du cadre quadridimensionnel applicable à la PS de Wild et Pfannkuch (1999) avec celles de la grille d’analyse des pratiques critiques d’élèves en situation de résolution de problèmes dits complexes (Gagnon, 2011a) nous ont menés à nous poser plusieurs questions spécifiques, auxquelles nous tenterons de répondre grâce à la méthodologie de recherche que nous exposerons dans le chapitre suivant. Les questions spécifiques de recherche sont les suivantes :

- Comment décrire afin de comprendre les manifestations de chacune des cinq composantes du cycle d’interrogation des élèves lorsqu’ils élaborent des statistiques, pendant leur travail en équipe et pendant les plénières?
- Quels types d’intervention de pratiques critiques les élèves du secondaire mobilisent-ils quand ils abordent les statistiques?
- Comment les élèves justifient-ils leurs démarches et décisions statistiques? Sur quels types d’interventions de pratiques critiques s’appuient-ils?
- Face aux données statistiques qu’on leur fournit, quels types d’intervention de pratiques critiques les élèves mobilisent-ils pour faire avancer leur discussion et leur réflexion en groupe?

- Quels types d'interventions critiques sont mobilisés au regard des différentes composantes du cycle interrogatif de la PS?

TROISIÈME CHAPITRE. MÉTHODOLOGIE

Dans ce chapitre, nous présentons la méthodologie de recherche telle que nous l'avons appliquée.

1. MÉTHODOLOGIE QUALITATIVE

Notre recherche vise à comprendre les manifestations de la dimension critique d'une pensée statistique dans un contexte d'apprentissage de la statistique chez des élèves du début du secondaire. Dans ce sens, le caractère exploratoire de l'objectif général de recherche ainsi que le fait que nos questions spécifiques de recherche exigent une analyse fine des processus de pensée et des interventions in situ des élèves nous amènent à prioriser une méthodologie qualitative.

Comme l'indique Paillé (1997), une recherche qualitative s'inscrit dans une approche compréhensive. En effet, Paillé et Mucchielli (2003) mettent en évidence que « l'analyse qualitative est [...] un effort intellectuel [...] visant à trouver un réarrangement pertinent de données pour les rendre compréhensibles, globalement, compte tenu d'un problème pratique ou théorique qui préoccupe le chercheur » (p. 35).

1.1 Expérimentation didactique

L'expérimentation didactique²¹ peut se définir comme suit : « L'expérimentation didactique comporte la mise en place, la réalisation et l'analyse d'une séquence d'enseignement

²¹ L'expérimentation didactique comme méthodologie de recherche est née en Union soviétique où certains éléments de base étaient utilisés par des chercheurs de l'Académie des sciences pédagogiques. Des recherches pionnières

sur un sujet déterminé auprès d'un certain nombre de participants à la recherche » (Theis, 2003, p. 69).

Pour Steffe et Thompson (2000), l'expérimentation didactique s'avère un outil méthodologique utile et unique permettant au chercheur d'accéder directement au processus d'apprentissage et aux raisonnements mathématiques des élèves :

L'un des objectifs de l'utilisation de la méthodologie de l'expérimentation didactique est de permettre aux chercheurs d'étudier de façon directe l'apprentissage et le raisonnement mathématiques des élèves. Sans les expérimentations offertes par l'enseignement, il n'y aurait aucune base pour arriver à comprendre les concepts mathématiques fondamentaux et les opérations que les élèves construisent. (p. 267)

L'expérimentation didactique offre ainsi une possibilité authentique au chercheur de cerner l'activité mathématique des élèves dans un contexte d'enseignement et d'apprentissage (Million-Fauré et Farida, 2017; Steffe et Olive, 2010, Voisin, 2017). En effet, comme Steffe et Thompson (2000) l'ont souligné, cette méthodologie donne un accès privilégié au chercheur aux manifestations des pensées, des raisonnements et de la compréhension de ces élèves en situation :

ont été réalisées par l'Université de Chicago dans les années 1970. Les versions soviétiques de l'expérimentation didactiques ont été examinées par des chercheurs aux États-Unis et ont été adaptées dans leur effort de formulation d'une nouvelle méthodologie pour la recherche en didactique des mathématiques (Steffe et Thompson, 2000).

Les éléments constitutifs d'un raisonnement mathématique des élèves sont révélés par ce qu'ils disent et font lorsqu'ils s'engagent dans une activité mathématique, et un objectif fondamental des chercheurs à l'égard d'une expérience de l'expérimentation didactique est de construire des modèles de raisonnements mathématiques des élèves. (p. 268)

En ce sens, Ghosh Hajra (2013) ainsi qu'English, Jones, Tirosh, Lesh et Bartolini Bussi (2002) sont d'avis que l'avantage de l'expérimentation didactique, par rapport à d'autres méthodologies de recherche, réside dans le fait qu'elle permet d'observer l'apprentissage des élèves de manière dynamique. L'expérimentation didactique offre des avantages pour ce qui est de fournir aux chercheurs des éléments micro et dynamiques de l'apprentissage des élèves, contrairement à la recherche qui n'offre qu'une série d'instantanés de la pensée mathématique des élèves (English et al., 2002).

Pour ce qui est des recherches au Québec, Héraud (1992) exposait dans sa thèse de doctorat que l'expérimentation didactique se distingue par plusieurs caractéristiques : 1) elle est une méthodologie de recherche dynamique parce qu'elle vise à cerner un mouvement; 2) elle est une méthode qualitative qui génère un grand nombre de données microscopiques sur un petit nombre de sujets au lieu de données macroscopiques sur un grand nombre de sujets [...]; 3) elle aborde surtout les processus cognitifs mis en jeu par les élèves dans le cadre de leur processus d'apprentissage.

Ainsi, l'expérimentation didactique s'avère un choix privilégié comme méthodologie de recherche de notre thèse. Tout d'abord, elle nous permet de brosser un portrait in situ de la compréhension et des stratégies de l'élève et d'étudier les manifestations de pensée ainsi que de les analyser au fur et à mesure de l'avancée de l'expérimentation et des interactions et interventions intraéquipes et interéquipes d'élèves.

De plus, cette méthodologie s'adapte à une durée assez flexible, qui peut s'étendre de quelques semaines à quelques mois. Pour notre recherche, nous avons observé les manifestations de la dimension critique de la PS chez des élèves de début du secondaire sur quatre semaines, en trois séances, chacune a duré 50 minutes, avec une activité statistique complète qui consistait en l'élaboration d'un sondage en classe et à poser une question statistique à partir des données du sondage. Aussi, lors de cette activité, les élèves répondaient par eux-mêmes à cette question, avec une plénière d'une vingtaine de minutes à la fin pour présenter et discuter des techniques employées et des résultats d'analyse obtenus par les équipes.

D'une part, l'expérimentation didactique offre au chercheur une certaine flexibilité méthodologique, à savoir qu'il lui est possible de faire des ajustements, des modifications en cours de route, en réaction aux situations inattendues provenant de l'activité et des manifestations mathématiques des élèves (Ghosh Hajra, 2013; Steffe et Olive, 2010; Steffe et Thompson, 2000). D'autre part, l'expérimentation, bien qu'elle soit pensée et planifiée dans les détails par le chercheur, peut présenter des éléments imprévus lors de sa réalisation (Sénéchal, 2016).

2. CHOIX DU MILIEU ET SÉLECTION DES PARTICIPANTS

L'expérimentation s'est déroulée avec des élèves d'une classe du début secondaire au Québec. Le choix en faveur d'une classe de ce niveau scolaire s'explique, d'un côté, par notre objectif général de recherche, ainsi que par ce qui est prévu par le PFEQ (Gouvernement du Québec, 2016) concernant la progression des apprentissages au secondaire en mathématiques. De manière générale en mathématiques, le PFEQ met en évidence qu'« au secondaire [par rapport au primaire], les apprentissages se poursuivent dans le même esprit. Ils s'articulent autour des préoccupations sous-jacentes à l'activité mathématique : interpréter le réel, généraliser, anticiper, prendre des décisions » (Gouvernement du Québec, 2016, p. 5). Pour notre recherche, plusieurs de ces objectifs correspondent également à notre objectif général, et nous les intégrerons dans une activité statistique que nous décrirons et analyserons en détail plus avant.

Plus particulièrement en statistique au 1er cycle du secondaire, les objectifs prévus par le PFEQ répondent en grande partie à nos besoins de recherche, à savoir que :

les élèves réalisent des études à l'aide de sondages et de recensements. Ils s'approprient des outils pour traiter des données qu'ils ont ou non recueillies et pour en tirer des informations. [...] Ils choisissent le ou les diagrammes qui permettent d'illustrer une situation de façon appropriée. Ils apprennent à mettre en évidence des informations, telles que le minimum, le maximum, l'étendue et la moyenne, et à chercher d'éventuelles sources de biais. (Gouvernement du Québec, p. 24)

Par ailleurs, la réalisation des sondages à l'école dans le cadre de l'apprentissage de la statistique est mise de l'avant par le ministère de l'Éducation du Québec (2006) comme outil de compréhension pour l'élève afin de soutenir un développement de sa PC et aussi de sa PS. En ce sens, l'élaboration des statistiques grâce aux sondages réalisés par les élèves eux-mêmes vise à favoriser une PC et la compréhension de l'élaboration des statistiques, leurs analyses et leurs résultats. Ces éléments clés représentent la base des sources d'information dont s'inspirent souvent les médias pour la rédaction de leurs écrits médiatiques.

Plusieurs recherches récentes en didactique des mathématiques ont montré une mobilisation de la pensée statistique de manière pertinente chez des élèves du début du secondaire pour résoudre des problèmes statistiques complexes et proches de leur quotidien. Dans le contexte de la réalisation d'une tâche statistique plus ou moins complexe, une réflexion et une discussion basées sur des arguments statistiques, ou encore un raisonnement statistique fondé sur une pensée multiplicative, sont nécessaires pour parvenir à une réponse statistique viable et pertinente (Cobb, 1999; Gattuso, 2006, 2008, 2011; McClain et al., 2000; Pfannkuch et Rubick, 2002; Savard et Manuel, 2016; Shaughnessy et Pfannkuch, 2002).

Nous avons ciblé, pour l'analyse, trois équipes de trois élèves. Pour le choix de ces équipes, nous avons consulté l'avis de la titulaire de la classe. Le choix en faveur de ces équipes se basait sur des critères comme le fait que ces élèves étaient habitués à travailler ensemble et qu'ils avaient tendance à discuter davantage de leurs idées lors du travail d'équipes.

Le choix en faveur des équipes s'expliquait également par le but de notre recherche qui est de leur faire réaliser des tâches statistiques et d'en discuter afin d'analyser leurs manifestations d'une PC à l'égard des statistiques. Plus précisément, nous désirions observer et saisir les différents types d'interventions constitutives des pratiques critiques (Gagnon, 2011a) chez des élèves du secondaire à l'égard du cycle d'interrogation de la PS (Wild et Pfannkuch, 1999). De façon explicite, quand nous choisissons un travail d'équipe, c'est dans le but d'avoir accès aux échanges in situ entre les élèves et pour créer une dynamique dans laquelle ils verbalisent les manifestations de pensée critique. En nous basant sur l'expérimentation didactique, nous supposons que les équipes ciblées, qui ont l'habitude de travailler en collaboration lors de la réalisation de tâches complexes, interagiront davantage et de façon plus authentique lors de l'expérimentation, et donc nous donner un accès plus direct à leurs processus de pensée.

Dans l'activité statistique, les élèves ont répondu à un sondage comportant des questions sur leurs habitudes de vie. Ces données ont été compilées dans un tableau détaillé et ont été remises aux équipes lors de la première des trois séances de l'activité. Les équipes avaient le mandat d'observer, de manière globale, les données de toutes les questions du sondage dans le tableau de compilation, et vers la fin de la première séance, elles ont formulé plusieurs questions statistiques qui les intéressaient. Nous leur avons demandé de formuler des questions mettant en lien deux des questions du sondage (par exemple la question du port ou non de lunettes et la question portant sur le nombre de livres déjà lus pendant l'année scolaire en cours). Nous leur avons également précisé qu'une réponse aux questions qu'ils avaient formulées ne devait pas être directement accessible

(par exemple, on ne devait pas simplement pouvoir y répondre par oui ou par non, ou le nombre trouvé ne pouvait pas l'être par simple comptage des réponses).

Ces questions ont fait l'objet d'une analyse a priori par le chercheur²² entre les séances 1 et 2. Il a déterminé, parmi elles, la plus pertinente à traiter pour soumettre à la classe, en fonction, entre autres, de la richesse des différentes techniques possibles que les équipes pouvaient développer pour traiter cette question. Un autre critère du choix de questions a été le fait que certaines données, qui devaient être analysées pour répondre à cette question, devaient être susceptibles de provoquer des manifestations critiques au sein des équipes, et aussi lors des plénières entre elles. L'analyse détaillée de cette question sera présentée au début du chapitre 4 de notre thèse.

Par ailleurs, le travail en équipe s'avère avantageux par le fait de permettre un accès aux échanges et discussions entre coéquipiers. Plus précisément, les équipes nous donnent accès à la verbalisation de leurs choix, de leurs processus de pensée et de leur argumentation, de même qu'à leurs interactions, voire à la confrontation in situ de leurs idées, s'il y a lieu, ce que ne permet pas le travail individuel des élèves. De plus, comme nous adoptons la vision d'une pensée critique en tant que *praxis* – c'est-à-dire que la mobilisation de la PC relève d'une expérience dialogique et coopérative en même temps que le sens et la connaissance sont construits par les élèves – la configuration et la tâche ont été choisies afin de pouvoir observer une pratique critique *in situ* en

²² Nous remarquons que l'analyse détaillée a toutefois été réalisée après l'expérimentation. Pendant l'expérimentation, l'analyse a priori n'était pas complète, mais contenait les éléments essentiels pour faire avancer les réflexions et l'expérimentation en cours de manière pertinente.

classe, grâce à des échanges intraéquipes d'un côté, et interéquipes en grand groupe de l'autre (Gagnon, 2011a, 2012).

3. SÉLECTION ET DESCRIPTION DE LA TÂCHE STATISTIQUE

Nous avons développé une activité statistique qui était fondée sur notre objectif général de recherche et sur l'expérimentation didactique, à savoir comprendre ce que les élèves mobilisent comme pratiques critiques par eux-mêmes – à la limite spontanément – à l'égard des composantes du cycle d'interrogation de la PS. Ainsi, nous avons créé une enquête par sondage afin que les élèves, travaillant en équipes de trois ou de quatre, apprennent à faire des statistiques en portant un regard critique sur leurs propres processus de collecte, d'analyse et de présentation des données de même que sur leur rapport aux savoirs (Pfannkuch et Rubick, 2002; Shaughnessy et Pfannkuch, 2002; Whitin, 2006; Whitin et Whitin, 2010).

Pendant cette activité, l'enseignante de la classe, et nous comme chercheur, avons abordé les équipes et leur avons posé des questions de clarification concernant leurs techniques de résolution ainsi que leur rapport aux statistiques²³.

3.1 Description du sondage réalisé dans la classe ainsi que des données compilées

Notre collecte des données a eu lieu en juin 2018 dans une classe de deuxième année du secondaire. Pour préparer l'activité statistique, nous avons réparti l'activité sur trois séances de

²³ Ces questions peuvent être du type : « Que pensez-vous de la moyenne comme technique pour répondre à la question statistique? Pourquoi était-ce votre premier ou seul choix? » ou « Est-ce que toutes les données à traiter sont claires pour vous? Y a-t-il des données que vous contestez? Si oui, lesquelles et pourquoi? »

50 minutes. Nous avons invité les élèves à répondre en ligne aux 14 questions du sondage que nous avons créées et qui portaient sur eux et leurs habitudes de vie. Nous avons obtenu les réponses de tous les élèves, soit 30 réponses. Par la suite, nous avons réalisé, à l'aide d'Excel, la compilation des données obtenues par le sondage.

Lors de la première rencontre en classe, les élèves ont examiné les données compilées et ont réfléchi à des questions qui leur paraissaient intéressantes afin de formuler, par équipe, une ou plusieurs questions statistiques qui permettraient de comparer deux ensembles de données et pour lesquelles la réponse n'était pas immédiate. À l'instar de Gattuso (2006, 2008) et de Savard et Manuel (2016) qui soulignent l'opportunité de travailler avec les données réelles des élèves du secondaire dans des problèmes statistiques abordés en classe afin de provoquer chez eux un intérêt plus grand, nous jugeons important et pertinent que les données proviennent des élèves mêmes, et que les questions statistiques préliminaires soient formulées par ces derniers. Le fait que les données collectées soient authentiques, qu'elles les informent sur leur quotidien et qu'ils aient eux-mêmes formulé des questions statistiques qui les intéressent, en examinant de près la liste de compilation des réponses au sondage, est susceptible de les encourager à s'engager davantage dans l'activité statistique. Par ailleurs, nous pensons que le fait que les élèves travaillent avec leurs propres données peut les amener à porter un regard différent – possiblement plus curieux et plus critique – sur leurs propres données, car il s'agit des leurs et non de données provenant d'une source externe.

4. DÉROULEMENT DE L'EXPÉRIMENTATION ET RÔLES DES PARTICIPANTS

Le premier contact sur le terrain en vue de déterminer qui seront les élèves ciblés dans notre expérimentation a été réalisé avec l'enseignante en mathématiques du premier cycle du secondaire intéressée à participer à notre recherche. Cette rencontre préparative avait lieu dans sa classe et nous permettait de nous informer de manière plus précise du milieu et des élèves potentiels de notre étude, sous recommandation du titulaire des classes. Une préenquête [...] [sert de] première visite sur le terrain pour interviewer quelques personnes clés. Ces individus sauront brosser un tableau global de la situation et indiquer des sources d'information, y compris les personnes et les ressources écrites ou matérielles (Roy, 2008, p. 217).

Mentionnons qu'une institutionnalisation et une évaluation des différentes techniques des élèves n'avaient pas lieu à la suite de notre expérimentation, puisque cela ne faisait pas l'objet de notre recherche. En effet, notre situation ne s'inscrivait pas dans une visée de faire apprendre aux élèves, mais de documenter et faire l'analyse des manifestations de PC en statistique à l'égard de la mobilisation in situ du cycle d'interrogation de la PS. Rappelons ici que notre objectif de recherche est de comprendre les manifestations de la dimension critique de la pensée statistique chez des élèves du secondaire.

La mise en place de l'expérimentation nous a permis de collecter les données nécessaires pour l'analyse de notre thèse. Pour ce faire, le chercheur et l'enseignante assuraient l'animation et le déroulement des activités. Pour ce qui est du partage des rôles et des tâches de chacun des protagonistes lors de l'expérimentation, nous l'avons clarifié antérieurement avec l'enseignante

lors d'une rencontre sur place. Nous lui avons présenté, en bref, l'objectif principal de notre recherche ainsi que l'activité statistique dans son ensemble et ses objectifs spécifiques pour chaque séance. Après discussion avec l'enseignante, il a été convenu que c'était elle qui allait principalement piloter la situation en classe. Dans les faits, elle se chargeait des introductions et des transitions pendant les séances. Elle présentait également les mandats des équipes au début de chaque séance et intervenait auprès de toutes les équipes de sa classe lors des trois séances. Pour sa part, le chercheur se concentrait sur les interventions spécifiquement auprès des équipes ciblées ainsi que sur l'animation de la plénière à la toute fin de l'expérimentation.

Aussi, l'enseignante était présente lors de l'expérimentation en classe pour assurer, entre autres, une bonne discipline, étant donné que le chercheur ne connaissait pas les élèves depuis le début de l'année scolaire et qu'il ne représentait pas forcément une figure d'autorité de référence pour les élèves. Après chaque rencontre, le chercheur et l'enseignante discutaient brièvement du déroulement de la rencontre passée et également de celle à venir.

L'expérimentation s'est divisée en trois séances, chaque séance ayant duré 50 minutes :

1. Le début de la première séance a été consacré à une introduction au sondage (en plénière) par l'enseignante et à mener une discussion sur la question du sondage (en plénière pour la portion remue-méninges, puis en équipes pour la question de chaque équipe)²⁴. La discussion a

²⁴ Ici, comme ce fut le cas dans notre mémoire (Mai Huy, 2013), nous prioriserons le travail à partir des mêmes données collectées lors d'un sondage réalisé auprès des élèves des classes de l'expérimentation didactique. La discussion en plénière mènera vers une question assez complexe de type : « Est-ce que les élèves porteurs de lunettes de la classe regardent plus la télévision (ou passent plus de temps sur Internet) que ceux qui ne portent pas de lunettes? ».

également porté sur la méthode (ou les méthodes) de collecte et d'analyse des données pour répondre à leur question de sondage (en équipes). Par la suite, chaque équipe a réalisé une brève présentation en plénière portant sur leurs questions de sondage. Cette première séance s'est terminée en classe par une rétroaction interéquipes. Pendant la semaine qui a suivi, le chercheur a réalisé une analyse a priori des questions proposées par les équipes pour n'en garder qu'une seule qui lui semblait la plus intéressante et riche au niveau des défis et des techniques possibles, tel que mentionné précédemment.

2. Une semaine après le premier temps, au début de la deuxième séance, l'enseignante a fait une récapitulation de la première séance et a présenté la question statistique retenue pour la suite de l'activité. Les élèves ont reçu le mandat d'analyser la question statistique retenue. Après une vingtaine de minutes, des équipes étaient invitées en plénière à présenter et à discuter brièvement de leurs démarches, de leurs réflexions et éventuellement des difficultés rencontrées lors de la collecte des données et de l'analyse entamée. Vers la fin de cette deuxième séance, les équipes qui avaient déjà terminé leur analyse et obtenu des résultats répondant à la question statistique pouvaient commencer à réfléchir à une manière de présenter leurs résultats d'analyse. L'une des possibilités était de réaliser une représentation graphique. Pour ce faire, l'enseignante a fait un court retour sur les types de graphiques abordés au primaire et depuis le début de l'année scolaire en cours.
3. La troisième et dernière séance visait à ce que toutes les équipes achèvent d'abord leur analyse des données. Par la suite, on a demandé aux équipes ciblées de faire une présentation de leurs résultats d'analyse. Elles pouvaient également en réaliser une représentation graphique, pour les équipes qui le souhaitaient, afin de pouvoir les discuter en plénière à la fin de la troisième

séance, laquelle était consacrée à la présentation et à la discussion des résultats des sondages réalisés par les équipes. La plénière finale a été animée par le chercheur. Celui-ci a notamment invité toutes les équipes de la classe à présenter une brève rétroaction sur leurs résultats et sur leur technique d'analyse. Il a invité chaque équipe à partager ses réflexions sur les choix (contextuels et statistiques) de ses démarches, sur les modifications éventuelles au cours de la réalisation du sondage et sur le processus global de celui-ci.

Par ailleurs, précisons que le premier moment de la collecte de données a été la phase de plénière en amont. Cette phase a servi à introduire l'activité du sondage et à familiariser les élèves avec cette activité statistique. D'une manière générale, les plénières permettent d'ailleurs aux équipes de discuter en partie de leurs techniques de résolution et de poser des questions de clarifications.

L'un des trois moments cruciaux pour la collecte des données a été la phase de résolution et de discussion en équipes par les élèves. En effet, la grande majorité des données qui ont servi à notre analyse ont été collectées à ce moment-là, plus précisément lors des séances 2 et 3.

Le dernier moment important de la collecte de données a été la phase de plénière en aval. Celle-ci a particulièrement permis aux équipes de confronter leurs techniques et leurs résultats ou de remettre en question la technique employée par une autre équipe. Finalement, elles ont pu présenter leurs données à l'aide de graphiques de même que les conclusions de leur travail. Toutes les trois séances de résolution ont été enregistrées entièrement sur bande vidéo lors de l'expérimentation.

5. INSTRUMENTS ET MOMENTS DE COLLECTE DES DONNÉES

Pour notre recherche, nous nous sommes servis de deux moyens différents de cueillette de données, soit l'enregistrement vidéo d'une part, et le matériel écrit des élèves d'autre part.

Nous identifions deux moments de collecte de données : les plénières et la résolution des tâches en travail d'équipes. Pour les plénières, nous distinguons celles tenues lors des séances, de courte durée et plus ciblées, qui ont servi à introduire la tâche ou à clarifier chez les élèves des éléments d'organisation, du déroulement des séances, ou des concepts, de celle qui a lieu à la fin, d'une durée de 30 minutes environ, qui constitue une plénière de présentation et de confrontation des résultats et des techniques des équipes. Pour notre analyse des résultats de la thèse, nous avons analysé le premier type de plénière simultanément au travail d'équipe, et nous avons consacré une section à part à la dernière plénière.

5.1 Instruments de collecte de données

5.1.1 *Enregistrement vidéo*

Les principaux objectifs de l'observation vidéo de notre recherche étaient d'observer et de coder l'information, par le biais de différentes prises de vues. Notre but était, d'une part, de regrouper et de décrire en détail, pour chaque équipe ainsi que pour le grand groupe en plénière, le moment et la façon dont les composantes du cycle interrogatif de la PS se sont manifestées. D'autre part, cette observation vidéo devait permettre une analyse détaillée des interventions des pratiques critiques des élèves à l'égard de chacune de ces composantes.

Ainsi, nous avons opté pour l'enregistrement audiovisuel pour filmer les plénières et les élèves pendant leur travail d'équipe. Les séances ont été filmées de manière que nous ayons toute la séquence du travail d'équipe et les discussions sur vidéo. Une caméra a été installée pour filmer de près chaque équipe ciblée, avec une vue en gros plan de la table de travail de chaque équipe afin d'obtenir une captation visuelle sur leurs notes de même qu'un enregistrement audio clair. Nous avons enregistré les conversations, dans ces équipes, lors des trois séances. Finalement, une caméra prenait une vue de la classe et enregistrait ce qui était dit lorsque les équipes étaient au tableau lors des plénières.

5.1.2 Collecte du matériel écrit des élèves

En plus de l'observation vidéo, nous avons collecté les traces écrites produites par les élèves pendant l'expérimentation. Ces traces étaient de natures différentes : elles correspondaient aux notes ou phrases écrites sur une feuille pour l'activité du sondage, aux brouillons griffonnés lors d'une réflexion d'un élève, ou encore elles étaient du matériel graphique pour représenter des données statistiques.

Le matériel écrit collecté représente les traces du travail des équipes par rapport aux différentes techniques de résolution développées par les élèves pendant cette activité statistique. Ces traces furent étudiées et intégrées dans l'analyse des données qui avait lieu à la suite du traitement des données. Ces traces écrites permettaient également de trianguler les données en les comparant au codage des verbatim afin de rédiger l'analyse des données de la thèse.

6. MODALITÉS D'ANALYSE ET DE TRAITEMENT DES DONNÉES

6.1 Conversion des données (verbatim)

Lors de cette étape, les données des enregistrements vidéo réalisés pendant les plénières et montrant la résolution des tâches ont été transcrites sous forme de verbatim. Ainsi, les paroles de tous les acteurs de l'expérimentation – c'est-à-dire des élèves et des intervenants (enseignante et chercheur) – ont entièrement été transposées, puis codées à l'aide de la grille d'analyse que nous avons développée dans le cadre de cette thèse. C'est sur ces données qualitatives ainsi que sur les traces écrites des élèves que se basait une grande partie de notre analyse.

Néanmoins, grâce au recours au logiciel Excel, notre analyse a également été soutenue par une quantification des codages en pourcentages sous forme de tableaux de bilan pour chaque équipe et pour chaque séance, en fonction des types d'intervention des pratiques critiques. Notre but n'était pas d'en réaliser une analyse statistique des données, ce qui ne faisait pas partie de nos objectifs de recherche. Cependant, ces pourcentages obtenus nous ont permis de dégager certaines tendances générales sur les types d'intervention des pratiques critiques mobilisées par chaque équipe à chaque séance. Ceci nous a aidés à engendrer d'une certaine façon une meilleure compréhension du contexte de mobilisations de ces interventions de pratiques critiques des élèves.

6.2 Étapes de l'analyse

Van der Maren (1996) distingue trois étapes dans le processus d'analyse de données qualitatives : l'analyse du matériel, l'examen des données et le traitement des données.

6.2.1 *Analyse du matériel collecté*

Cette première étape de l'analyse avait pour but la mise en évidence de la signification de l'information. Pour y parvenir, nous devions séparer les informations peu ou non pertinentes de celles qui étaient pertinentes à l'objet d'étude. En effet, la cueillette de données nous fournit un grand nombre de données peu pertinentes qui, à l'aide d'une délimitation première, mais nécessaire, doivent être écartées avant de passer à l'examen des données. Nous avons donc exclu des verbatim les passages de transitions entre les étapes de l'expérimentation, ou encore les passages où les élèves parlaient de choses qui n'étaient pas en lien avec l'objet d'étude, etc. Cette première étape de l'analyse peut être appelée également réduction des données (Savoie-Zajc, 2004, p. 141).

Pour les analyses qualitatives, nous avons adapté deux modèles : 1) le cadre conceptuel quadridimensionnel pour la pensée statistique de Wild et Pfannkuch (1999), et 2) le modèle des interventions constitutives des pratiques critiques. (Gagnon, 2011a)

Ci-après, nous présentons en détail la grille à double entrée que nous avons créée spécifiquement et nous indiquons la façon dont nous l'avons utilisée pour l'analyse de nos données. Elle représente une forme de matrice flexible pour situer et décrire précisément chacune des manifestations en fonction de chacune des composantes et de chacun des types d'interventions critiques de façon simultanée.

Tableau 4. Grille d'analyse à double entrée pour coder les verbatim

NR	Qui	Verbatim	Épisode	Dimension 3 (cycle d'interrogation) de la PS					Remarque/ Commentaire / Précision contextuelle
				Générer (G)	Rechercher (R)	Interpréter (I)	Critiquer (C)	Juger (J)	
0.									
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									

Le but de l'élaboration d'une telle grille est de nous donner la possibilité de décrire de façon détaillée les composantes du cycle d'interrogation de la PS, et ce, en fonction des types d'interventions critiques, et de dépeindre et comprendre leurs interrelations.

Pour y parvenir, le verbatim a été inséré intégralement dans la colonne « Verbatim », et chaque manifestation a été identifiée, dans la colonne « Qui », par le nom codifié de l'élève qui s'est manifesté. La colonne « Épisode » était destinée à marquer la suite du verbatim toutes les 30 secondes. Dans la dernière colonne nommée « Remarque/Commentaire/Précision contextuelle », nous y notons, à différents passages ou pour certaines manifestations, des remarques ou réflexions ad hoc, qui servent plus tard lors de l'écriture de l'analyse, à nous fournir des précisions sur ces passages ou ces manifestations.

Pour ce qui est les éléments centraux de notre grille d'analyse, il s'agissait de coder chaque manifestation des élèves selon 1) la composante du cycle d'interrogation et 2) le type d'intervention de pratiques critiques. Les codes pour ces types d'interventions sont les mêmes que ceux de la figure 4²⁵. Nous avons également rassemblé les codes dans des tableaux de bilan de codage comme annoncé précédemment, pour chaque équipe et chaque séance. Notre analyse s'appuyait sur la pertinence de relever des tendances et des portraits à partir des pourcentages des occurrences associées à chacun des types d'interventions critiques à l'égard de chacune des cinq composantes de la dimension 3 de la PS. L'appui sur ces tableaux de bilan nous a permis, surtout pour nos discussions de nos résultats de thèse, d'appréhender les manifestations de chacune des cinq composantes dans leur contexte. Ainsi, le travail rigoureux de codage ainsi que la stratégie d'analyse des données déployée constituaient pour nous, comme Gagnon (2011a) l'a souligné, « un outil visant à mieux comprendre les conduites en contexte [...] en permettant de prendre en compte les processus de construction. » (p. 139)

6.2.2 Examen des données à l'aide de la grille d'analyse

6.2.2.1 Définition de ce qui est une « unité de sens »

Pour Ayache et Dumez (2011), une unité de sens peut être « un paragraphe, quelques phrases, une phrase seule, une expression ou même un mot. » (p. 35). L'une des étapes fondamentales de la recherche qualitative est le découpage du matériau (les verbatim dans notre

²⁵ Rappelons ici les 10 types d'interventions de pratiques critiques de la PC ainsi que leurs codes : 1) Non-justifiée « NJ », 2) Justifiée « JU », 3) Critériée « CR », 4) Éthique « ET », 5) Contextuelle « CO », 6) Évaluative « EV », 7) Épistémique « EP », 8) Métacognitive « ME », 9) Autocritique « ACR » et 10) Autocorrectrice « ACO ».

cas) en unités de sens, afin de les coder par la suite. Or, les auteurs attirent l'attention sur le fait que ce travail méticuleux de découpage en unités de sens peut s'avérer souvent difficile, car on ne peut dire clairement et de manière définie quand et où une unité de sens commence et s'arrête. Le choix du découpage reste finalement, selon eux, une décision du chercheur: « personne ne sait exactement pourquoi et comment un mot ou une phrase peuvent parfois constituer une unité de sens, et parfois n'être pas considérés en eux-mêmes comme des unités de sens et être alors noyés dans une unité de sens plus vaste » (Ayache et Dumez, 2011, p. 35). Pour nous, les unités de sens sont identifiées en nous basant sur les éléments mathématiques, sur les données statistiques, par exemple, ou encore sur leur technique, dont discutent les équipes lors de leur travail en équipe ou lors des plénières.

6.2.2.2 *Le codage du verbatim*

La grille permet un codage en *unités de sens* des interventions et des échanges menés en équipes lors de la réalisation de la tâche statistique. Nous nous sommes concentrés sur la dimension 3 (cycle d'interrogation) de la PS, et ce, en lien avec les différents types d'interventions constitutives d'une PC identifiés dans le modèle de PC retenu (Gagnon, 2011a). Un retour au contexte d'énonciation et une analyse des verbatim contribueront à la formulation des hypothèses concernant les manifestations de cette dimension critique de la PS chez des élèves du début du secondaire.

Le codage des interventions des équipes à partir des verbatim a permis de fournir des unités de sens riches pour élaborer l'analyse des données et pour mener une discussion approfondie afin de répondre à nos questions spécifiques de recherche.

6.2.3 *Traitement des données*

Cette étape consiste à créer du sens à partir des données regroupées et schématisées, et à engendrer des résultats. Ce codage a été réalisé sur Excel à l'aide de notre grille d'analyse. Le traitement ou la transformation des données, en les traduisant en résultats par les opérations effectuées sur ces données, visait à densifier et à les mettre en relation (Van der Maren, 1996). Le croisement de ces différentes données nous mène à faire émerger des éléments similaires et généraux qui permettent de répondre à notre objectif général de recherche qui porte sur les manifestations de la dimension critique de la pensée statistique chez des élèves du secondaire.

Concrètement, afin de faciliter les analyses, les verbatim complétés ont été insérés, par séance et par équipe ciblée, dans un fichier Excel, et les unités de sens ont été codées en fonction des types d'interventions de pratiques critiques et de chacune des cinq composantes du cycle d'interrogation de la PS. L'ensemble du corpus a été soumis à un triple codage intracodeur, afin d'examiner la constance de la classification. De plus, afin de stabiliser les codages ainsi que notre grille, entre chaque codage intracodeur, le codage antérieur a été soumis à une révision et discussion avec notre équipe de direction, notamment pour les codes qui semblaient encore soulever des doutes pour nous. Dans notre cas, grâce à ces démarches méthodologiques strictes, le

taux de parité a atteint un niveau jugé satisfaisant (c'est-à-dire près de 70 % entre le premier et le deuxième codage, et 90 % entre le deuxième et le troisième codage intracodeur).

7. CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES

Dans le cadre de notre recherche, nous nous soumettons à la protection des sujets participant à l'étude en général en respectant la *Politique institutionnelle en matière d'éthique de la recherche avec des êtres humains*²⁶, définie par l'Université et administrée par le comité d'éthique de la recherche (CÉR) disciplinaire (Université de Sherbrooke, 1989). De manière plus précise, nous reconnaissons formellement les valeurs éthiques qui se rattachent aux recherches, plus précisément l'autonomie, l'intégrité, la dignité et la vie privée des sujets et l'intégrité scientifique (Université de Sherbrooke, 1989). De façon concrète, nous soulevons le caractère anonyme des toutes données et le consentement libre et éclairé de chaque participant à notre recherche, ou de leur parent dans le cas des participants mineurs, c'est-à-dire des élèves du début du secondaire.

Ainsi, pour pouvoir faire la collecte de données, nous devons obtenir le consentement libre et éclairé du titulaire de la classe, ainsi que celui des parents des élèves mineurs. Une lettre officielle a été envoyée aux parents d'élèves pour les informer des objectifs de la recherche, des précisions concernant la participation à la recherche, du traitement anonyme des données, et pour leur garantir que les personnes sont libres de ne pas participer au projet. Il y est également

²⁶ La présente politique est entrée en vigueur le 27 février 1989; les dernières modifications ont été adoptées par le conseil universitaire le 22 avril 2015.

mentionné que toute personne participante peut se retirer du projet en tout temps sans perdre de droits acquis et que les personnes participantes peuvent revenir sur leur décision de participation en tout temps. Seulement après avoir obtenu ce consentement parental signé, nous avons procédé à l'expérimentation et à la collecte de données en classe.

Précisons que dans le cadre de notre thèse, nous avons remplacé le nom des élèves qui figurent dans la thèse par un nom fictif, et ce dans le traitement de toutes les données et dans l'analyse de celles-ci. Ce processus garantit au lecteur l'impossibilité de toute identification des participants à la recherche.

QUATRIÈME CHAPITRE. ANALYSE DES DONNÉES

Dans cette partie de notre thèse, nous réaliserons d'abord une analyse a priori de la tâche. Par la suite, nous fournirons une description détaillée du travail de chacune des trois équipes ciblées, en exposant d'abord un synopsis de chacune d'elles que nous appelons équipe ORANGE, équipe ROUGE et équipe JAUNE. Par la suite, nous décrirons les techniques de chacune à travers leurs interventions et par le biais de notre grille d'analyse.

1. ANALYSE A PRIORI DE LA TÂCHE

La question retenue est « Est-ce que les filles de la classe consomment plus de fruits et de légumes par jour que les garçons? ». Voici une analyse a priori de cette question qui fera ressortir les possibilités en termes de techniques d'analyse statistique par les élèves.

Le but est de répondre à la question en ayant recours aux données recueillies lors du sondage réalisé auprès de l'ensemble de la classe, à l'aide d'une analyse statistique des données sur la question ouverte « Combien de fruits et de légumes manges-tu par jour? » et en fonction du sexe de la répondante ou du répondant. La question sur la consommation de fruits et de légumes représente une variable discrète, mais due à la nature de la question posée, les réponses attendues sont d'ordre des valeurs numériques quantifiées ou quantifiables. Ces réponses seront analysées par les élèves en fonction des réponses à la question portant sur le sexe de la répondante ou du répondant, et qui est une variable catégorielle (ou qualitative) dichotomique, car les élèves ont répondu « homme » ou « femme ». Plus précisément, on peut trouver une réponse à la question en

comparant la quantité de fruits et de légumes consommée par jour par les filles à la quantité de fruits et de légumes consommée par jour par les garçons.

D'un côté, en ce qui concerne le nombre de filles et de garçons, le nombre de filles est de 8, soit 26,7 % des élèves de la classe, alors que le nombre de garçons est de 22, soit 73,3 % des élèves de la classe. Ainsi, le rapport entre les deux effectifs n'est pas un nombre entier, puisqu'il est de 1 : 2,75; ou encore d'une fille pour 2,75 garçons.

De l'autre côté, la variable de fruits et de légumes présente un certain degré de complexité de traitement de données aux élèves en raison du fait que les réponses ont été formulées de manière différente, et en raison de plusieurs réponses difficiles à interpréter :

Tableau 5. Compilation des réponses à la question « combien de fruits et de légumes manges-tu par jour? » selon chaque sexe²⁷

QUI?	Réponses des 8 filles (femmes)	QUI?	Réponses des 22 garçons (hommes)
F1	6	G1	Environ 5 par jour
F2	1 fruit et 3 légumes	G2	10 fruits et légumes
F3	1 ou 2 fruits et plusieurs légumes	G3	3
F4	3 ou 4	G4	10 ou 20
F5	5	G5	2 ou 3
F6	1	G6	?
F7	1 tasse de fruits et 2 tasses de légumes	G7	Je ne sais pas
F8	4	G8	30 légumes et 3 fruits
		G9	8
		G10	1 ou 2
		G11	4
		G12	2 fruits et plusieurs légumes
		G13	4
		G14	1
		G15	3
		G16	3
		G17	Jep [je ne sais pas]
		G18	10

²⁷ F désignant les réponses des filles et G désignant les réponses des garçons.

	G19	10
	G20	4
	G21	5
	G22	5

1.1 Considérations générales au regard de plusieurs données

Pour les réponses des 8 filles de la classe, nous pouvons constater que ce sont 8 réponses de valeurs et de formulations différentes. Quatre des huit réponses consistent en une seule valeur numérique pour le total des fruits et légumes. Une réponse contient deux valeurs numériques consécutives pour le total des fruits et légumes (F4). Pour cette réponse, qui est « 3 ou 4 », l'une des trois possibilités de réponse pourra être retenue par les équipes, soit la valeur de 3, soit la valeur de 4, soit 3,5, représentant le milieu de 3 et de 4. Du côté des réponses des garçons, pour les réponses G4 (« 10 ou 20 »), G5 (« 2 ou 3 ») et G10 (« 1 ou 2 »), il est possible que, comme le cas de F4, l'une des trois possibilités de traitement de la réponse sera retenue par les équipes, soit l'une ou l'autre valeur numérique, soit la valeur moyenne des deux nombres. Il est également possible que l'une ou l'autre équipe identifie, puis demande à G4 pour qu'il précise sa réponse.

Pour les réponses des 22 garçons, 13 des 22 réponses consistent en une seule valeur numérique pour le total des fruits et légumes. Deux réponses contiennent deux valeurs numériques assez éloignées l'une de l'autre pour le total des fruits et légumes (G4), à savoir « 10 ou 20 ». Une réponse (G8) (« 30 légumes et 3 fruits ») contient deux valeurs numériques, l'une pour les fruits et l'autre pour les légumes. Cette réponse pourrait susciter une discussion au sein de plusieurs équipes, car elle constitue une donnée extrême, de loin supérieure en valeur numérique à la

prochaine valeur la plus haute qui est G4 avec « 10 ou 20 », et qui influencera la valeur qui sera obtenue après le traitement des données retenues²⁸.

Une réponse (F2) contient deux valeurs numériques, l'une pour les fruits et l'autre pour les légumes. Une autre réponse (F3) contient deux valeurs numériques pour les fruits avec un choix « ou », mais également une quantité approximative inconnue de « plusieurs légumes ». Et finalement la réponse F7 indique deux nombres précis d'une mesure autre que le nombre de fruits et légumes, à savoir « tasse » (« 1 tasse de fruits et 2 tasses de légumes »). Dans ce cas, les équipes pourraient soit considérer 3 comme réponse (la somme des 2 valeurs fournies dans la réponse), et donc éviter une discussion sur ce que devrait représenter une tasse en termes de quantité de fruits ou de légumes, soit définir qu'une tasse contiendrait un certain nombre de fruits et de légumes (p.ex. 2, 3; 4; ou 5), et de multiplier les 3 tasses par ce nombre.

De leur côté, les réponses (F3) « 1 ou 2 fruits et plusieurs légumes » et (G12) « 2 fruits et plusieurs légumes » peuvent comprendre en soi deux défis, à savoir que les équipes doivent choisir entre un ou 2 fruits et doivent décider quelle serait la quantité de légumes qu'elles vont déterminer dans le cas de « plusieurs légumes ». Il se peut aussi que l'une ou l'autre équipe décide de ne retenir que 1 ou 2 pour cette réponse (F3), ou « 2 fruits » pour la réponse (G12) et d'ignorer les « plusieurs légumes », parce qu'il s'agit d'une indication approximative et ne fournit pas une quantité précise. Remarquons que chez les filles, la quantité qui sera associée à « plusieurs légumes » pourra influencer de manière plus ou moins importante la moyenne par fille, car il y a

²⁸ Par exemple, puisque $33 : 22 = 1,5$, la moyenne chez les garçons sera de 1,5 plus élevée si cette donnée est retenue dans le calcul de la moyenne des fruits et légumes consommés par les garçons quotidiennement.

seulement 8 réponses chez les filles, et avec peu de données, si une des données change, ce changement aura un impact plus important sur la moyenne que si nous avons un grand nombre de données.

Finalement, il y a trois réponses de type « je ne sais pas » ou « ? » (G6, G7 et G17), c'est-à-dire qui ne contiennent ni une valeur numérique, ni une quantité approximative, donc qui ne permettent pas aux élèves d'associer une valeur à ces réponses. Il est possible que plusieurs équipes décident de ne pas considérer ces trois réponses, de traiter seulement les 19 réponses restantes, et que le nombre de données à considérer dans la moyenne diminue également.

Ainsi, le fait que les élèves aient répondu de différentes manières à la question implique des choix à faire et à justifier dans leur analyse des données et amènera différentes sous-techniques que nous identifierons par la suite dans cette analyse a priori de la tâche statistique.

1.2 Rôle du contexte dans la clarification de plusieurs réponses de la variable du nombre de fruits mangés

Lorsque les élèves abordent les données du sondage, un nettoyage de celles-ci est nécessaire et la prise de décisions, en ce qui concerne plusieurs d'entre elles, ne s'avère pas évidente a priori, comme nous l'avons montré dans la section précédente. Pour certaines données, une décision basée sur un raisonnement mathématique semble être pertinente et adaptée. Par exemple, pour les réponses F4 (« 3 ou 4 ») et G5 (« 2 ou 3 »), et pour les autres du même genre, un raisonnement mathématique mènera les élèves à un choix de valeur pour laquelle ils opteront pour faire les calculs lors de l'analyse des données. Comme nous l'avons mentionné plus haut, on

peut envisager qu'un tel raisonnement mènera à l'une des trois possibilités de choix de réponse retenue, soit la valeur de 3, soit la valeur de 4, soit 3,5, représentant le milieu de 3 et de 4. Cependant, pour plusieurs autres données, il serait pertinent pour les élèves de recourir au contexte afin de les aider à clarifier, dans le sens de valider ou d'invalider la pertinence d'une ou de plusieurs données. L'une des données qui peuvent susciter une discussion en lien avec le contexte chez les élèves est G8 (« 30 légumes et 3 fruits ») : sa pertinence peut être contestée par des élèves, en se basant sur leur propre expérience par exemple. Ainsi, ces élèves argumenteraient que « 30 légumes » représentent une très grande quantité de légumes à consommer par jour, donc ce serait une quantité improbable à une consommation quotidienne. Cependant, cette quantité de fruits et de légumes ne pourrait se justifier que s'il s'agissait d'une grande quantité de petits légumes, comme des pois ou des haricots. Les défenseurs de la validité de cette donnée peuvent argumenter que cet élève serait un végétarien ou végane et mangerait ainsi plus de fruits et de légumes quotidiennement que les autres élèves omnivores. Pour cette donnée, le contexte peut soutenir les élèves dans une prise de décision à l'égard de certaines données. Par ailleurs, les équipes peuvent également décider d'identifier qui serait l'élève G8, et lui demander directement ce que signifie précisément sa réponse et possiblement l'ajuster avant de calculer la moyenne pour les garçons. Finalement, pour les réponses F3 et G12, qui incluent « plusieurs légumes », le contexte statistique de la classe, soit l'accessibilité à tous les répondants du sondage, donne aux équipes la possibilité d'identifier ces 2 élèves de leur classe, et leur demander directement à chacun la quantité de fruits et légumes associée à « plusieurs légumes ». Par ailleurs, les élèves ont également la possibilité de simplement ignorer ce type de données étant donné leur nature approximative, ou encore de la quantifier.

Pour la suite de l'analyse a priori, nous identifions trois principales techniques différentes, qui peuvent être développées par les équipes d'élèves quand ils abordent cette tâche statistique, à savoir 1) techniques ayant recours à la moyenne, 2) techniques ayant recours aux rapports, 3) techniques de comparaison des distributions à l'aide d'un graphique.

1.3 Technique faisant référence à une moyenne

Deux éléments déterminants permettront aux élèves de recourir à la technique faisant intervenir le calcul et la comparaison de la moyenne des fruits et légumes consommés par les filles en l'appliquant à la moyenne chez les garçons. D'une part, il s'agit de la nature de la question statistique : « Est-ce que les filles de la classe consomment plus de fruits et de légumes par jour que les garçons? ». D'autre part, il s'agit de la nature quantifiée ou quantifiable en une seule valeur numérique des réponses du sondage à cette question.

1.3.1 Moyenne de toutes les filles (8), comparée à la moyenne de tous les garçons (22)

Cette technique représente l'une des principales techniques d'analyse pour répondre à la question statistique. Lors de l'analyse, les équipes auront deux choix : 1) elles peuvent considérer toutes les données. Dans ce cas, elles doivent prendre une décision pour les réponses, à la fois chez les filles et chez les garçons, qui ne consistent pas seulement en une ou deux valeurs numériques. Ces réponses représentent 6 des 8 réponses (ou 75 %) chez les filles et 18 des 22 réponses (ou 82 %) chez les garçons. En adoptant cette sous-technique, les élèves trouveront que la moyenne pour les filles serait de $23,5 : 6 = 3,92$ fruits et légumes, et que la moyenne pour les garçons serait $127 : 18 = 7,05$ fruits et légumes. En comparant les deux moyennes obtenues, les élèves peuvent

conclure, de manière claire, que ce sont les garçons qui consomment davantage de fruits et de légumes par jour. 2) Les équipes peuvent prendre en compte toutes les réponses du sondage. Dans ce cas, nous pouvons nous attendre à ce que la moyenne variera dépendamment du choix des réponses retenues et que nous avons analysées plus haut. Or, en l'absence de valeurs plus élevées chez la majorité des réponses chez les filles, nous nous attendons à une conclusion très semblable, à savoir que la moyenne chez les garçons sera probablement supérieure à celle des filles, et donc que les garçons consommeraient davantage de fruits et de légumes par jour.

1.4 Comparer les sommes après égalisation des effectifs des groupes à comparer

Une autre technique pouvant également être utilisée par les élèves consisterait à comparer les sommes après avoir fait une sélection et avoir égalisé les effectifs des groupes à comparer. Ceci passe par une sélection de 8 garçons, puis par le calcul et la comparaison a) de la moyenne de ces 8 garçons en la comparant à la moyenne des filles : Cette sous-technique permet rendre égaux le nombre de filles (8) et le nombre des garçons (22); ou b) les sommes des valeurs obtenues des groupes à comparer (Mary et Theis, 2007). Comme le nombre de garçons dans la classe est presque trois fois supérieur au nombre de filles, l'une ou l'autre équipe pourrait opter d'abord pour une sélection, ou par le hasard, de 8 garçons, et par la suite calculer la moyenne des réponses de ces 8 garçons pour finalement la comparer à la moyenne des 8 filles.

- 1) Sélection des 8 données des garçons au hasard : On peut fabriquer de petits morceaux de papier, y noter de G1 à G22, en faire un tirage au sort à l'aveugle de 8 et calculer la moyenne de ces 8 données tirées au hasard. Cette sous-technique pourrait être priorisée, puisqu'elle

permet de recourir à une démarche probabiliste et de prendre en compte toutes les 22 données.

- 2) Sélection des 8 premières données chez les garçons. Dans ce cas, il est probable que les équipes excluront les données non quantitatives et choisir les 8 premières réponses qui contiennent au moins un nombre.
- 3) Sélection des 8 dernières données chez les garçons. Dans ce cas, il est probable que les équipes excluront également les données non quantitatives et choisiront les 8 dernières réponses qui contiennent au moins un nombre.

1.5 Techniques travaillant sur les rapports

Considérant que 22 est proche de 24, qui représente un multiple de 8, il est possible que des équipes développent une technique ayant recours aux rapports pour réaliser la tâche statistique. Par ailleurs, d'autres recherches ont pu observer le développement d'une telle technique chez des élèves lorsqu'ils résolvent des problèmes mathématiques avec deux ensembles de données à effectifs inégaux, notamment quand un effectif est un multiple ou pratiquement un multiple de l'autre (Mai Huy, 2013; Mai Huy et al., 2013; Mary et Theis, 2007; Saldanha et Thompson, 2002).

- 1) Calculer la somme des fruits et des légumes consommés par les 8 filles, puis calculer la somme des fruits et des légumes consommés par les 22 garçons. Les élèves comparent les sommes obtenues et utilisent un raisonnement proportionnel : le nombre de garçons est 2,75 fois celui des filles, mais leur nombre de fruits et légumes est plus que 2,75 fois plus grand que celui des filles, donc ils mangent plus de fruits et légumes.

- 2) Pour les données « nettoyées », calculer la somme des fruits et des légumes consommés par les 6 filles (= 23,5), puis calculer la somme des fruits et des légumes consommés par les 18 garçons (= 127). La comparaison de ces deux sommes obtenues indique que la somme des fruits et légumes consommés par les 18 garçons est 5,4 fois supérieure à la somme des fruits et légumes consommés par les 6 filles, alors que 18 est exactement 3 fois 6. Si ces données sont utilisées par les élèves, le recours aux rapports indique clairement que les garçons en consomment davantage que les filles de la classe.
- 3) Calculer la somme des fruits et des légumes consommés par les 8 filles, la multiplier par 2,75 pour obtenir la somme de 22 filles puis comparer cette somme à la somme obtenue des réponses des 22 garçons. Cette sous-technique permet de maintenir proportionnellement les caractéristiques des 8 filles de la classe afin de les comparer aux 22 garçons en ayant recours au raisonnement multiplicatif.
- 4) Calculer la somme des fruits et des légumes consommés par les 22 garçons, la diviser par 2,75 pour obtenir la somme de 8 garçons puis comparer cette somme à la somme obtenue des réponses des 8 filles. Cette sous-technique permet de maintenir proportionnellement les caractéristiques des 22 garçons de la classe afin de les comparer aux 8 filles en ayant recours au raisonnement multiplicatif.

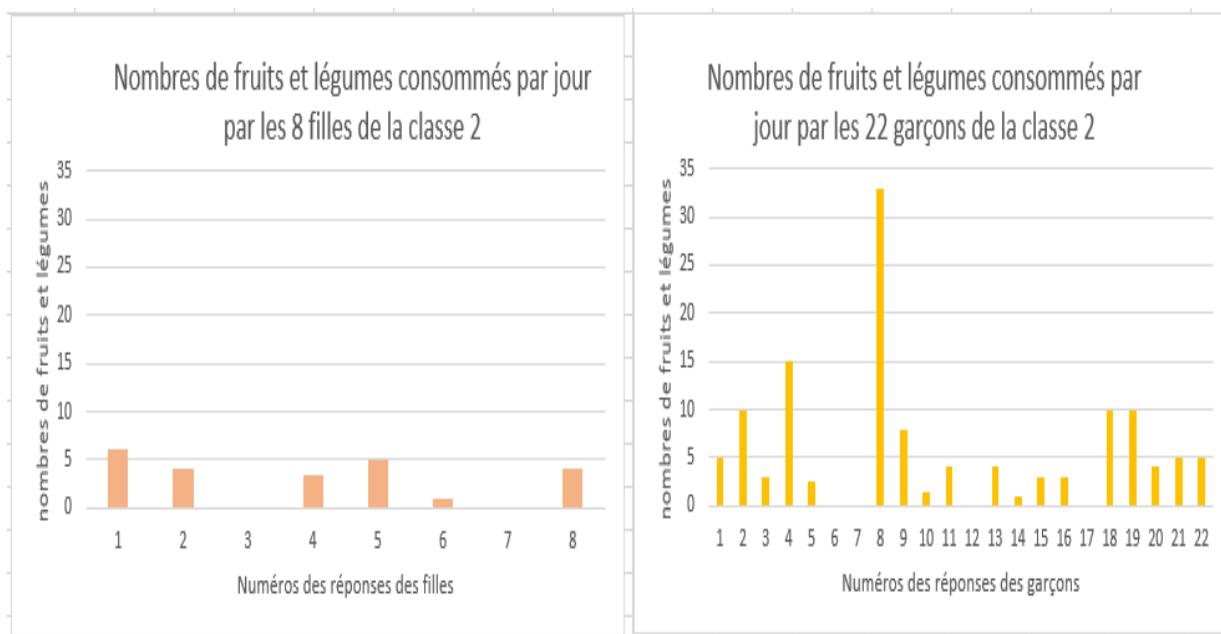
1.6 Techniques de comparaison des distributions à l'aide d'un graphique

Il est également possible d'avoir recours à la comparaison des distributions des deux ensembles de données à l'aide des graphiques pour analyser les données et pour arriver à une conclusion pour répondre à la question statistique. Ici, nous choisissons de représenter en

diagrammes à bandes les données dont les réponses au sondage ont été formulées sous forme de valeurs numériques, dont plusieurs seraient à débattre et à clarifier, comme nous l'avons analysé plus haut. Pour la réalisation de ces diagrammes (figure 5), nous avons choisi d'ignorer les réponses dont il serait impossible (les réponses du genre « je ne sais pas ») ou difficile à déterminer une seule valeur numérique.

1.6.1 Comparaison des distributions selon l'ordre de l'apparition des données

Figure 5. Diagrammes en bandes pour la comparaison des distributions



À partir de ces deux graphiques, les élèves peuvent arriver à trois constats :

- Pour les réponses en valeurs numériques, chez les filles il n'y a aucune réponse qui ne dépasse 6, alors que chez les garçons, il y a 6 des 22 réponses qui dépassent 6.

- Les réponses des filles ne contiennent aucune donnée de valeur qui s'écarte des autres, alors que chez les garçons il y en a plusieurs.
- L'étendue des données chez les filles (de 1 à 6 pour les données représentées) est moins importante que celle chez les garçons (de 1 à 33 pour les données représentées).

Ainsi, à partir d'une comparaison des distributions des données, on peut en déduire que les garçons consommeraient davantage de fruits et légumes quotidiennement que les filles.

2. PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE ORANGE

Dans cette sous-section, nous présenterons les données de l'équipe ORANGE. Elle est formée de trois élèves que nous appelons Lara, Ina et Lila. Nous commencerons par le synopsis du travail de cette équipe, ensuite nous poursuivrons avec le bilan du codage des verbatim pour cette équipe. Nous finirons avec une présentation du travail de l'équipe en nous appuyant sur notre grille d'analyse.

2.1 Synopsis équipe ORANGE

L'objectif de la séance 1 se résumait, pour les équipes de travail de 3 à 4 élèves, à observer la liste de compilation des réponses au sondage, réalisé auprès de tous les élèves de cette classe, à se familiariser avec ces réponses et finalement à formuler au moins une question statistique qui les intéressait, en combinant deux des questions du sondage.

Pour la séance 2²⁹ le mandat principal était de faire une analyse des données et de répondre à la question statistique retenue par la classe, qui est : « Est-ce que les filles de la classe consomment plus de fruits et de légumes par jour que les garçons? ».

La technique retenue et développée par l'équipe ORANGE se résumait à calculer et à comparer la moyenne de la consommation de fruits et légumes des 8 filles avec celle des 22 garçons. Il est pertinent de souligner que la technique du calcul et de la comparaison des deux moyennes a été proposée tôt dans la séance 2 par Ina, et que ses coéquipières étaient tout de suite d'accord pour développer cette technique par la suite. Ainsi, les discussions majeures de cette équipe portaient sur la validité et la prise en compte ou non des données qu'elle considérait comme problématiques. Vers la fin de cette séance, l'équipe ORANGE, après une brève discussion de plusieurs formes de graphiques, décide de présenter ses résultats sous forme d'un diagramme à lignes brisées et entame la réalisation de celui-ci.

La séance 3 se divise en deux parties : la première est d'une vingtaine de minutes et permet aux équipes de terminer leur analyse et/ou leur présentation des résultats. Lors de cette séance, l'équipe ORANGE se demande si, pour son diagramme à lignes brisées, elle créera et représentera les résultats obtenus par des « bonds de 10 » (proposés par Ina) ou des « bonds de 5 » (proposés par Lila et adoptés par l'équipe). Or, autour de la 15^e minute de cette séance, Ina a abandonné

²⁹ Entre la séance 1 et 2, le chercheur a réalisé une préanalyse de toutes les questions formulées, afin de déterminer quelles seraient les 4 questions qui seraient les plus intéressantes et pertinentes pour l'analyse statistique et en lien avec nos objectifs de recherche. Au début de la séance 2, le chercheur présentait les 4 questions à la classe et laissaient aux équipes quelques minutes pour discuter et en retenir une seule par équipe. Un vote à main levée a permis finalement de déterminer quelle était la question statistique sur laquelle la classe allait travailler pour les séances 2 et 3.

l'idée du diagramme à lignes brisées et a pris la décision par elle-même de représenter uniquement les sommes calculées de la consommation de fruits et légumes des filles (94) et celle des garçons (31). L'équipe a abandonné ainsi la technique voulant représenter chaque donnée dans son diagramme. À la suite de l'intervention du chercheur et des questions qu'il a soulevées portant sur le fait que l'équipe avait calculé deux moyennes lors de son analyse pendant la séance 2, l'équipe ORANGE a décidé d'ajouter dans sa présentation, plutôt comme légende et non de manière intégrée au diagramme, la moyenne obtenue pour les filles (4) et pour les garçons (5).

Nous présentons ci-après les principaux moments de travail et les techniques de l'équipe ORANGE des séances 2 et 3 sous forme d'un synopsis.

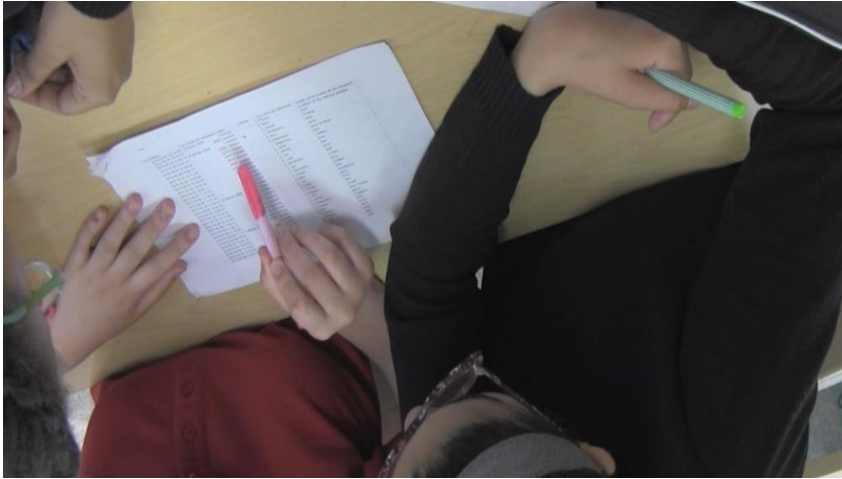
Étapes	Types de tâche, techniques et éléments de gestion didactique	Modes de travail et durée
1.	<p>Explicitation au tableau du mandat de la SÉANCE 2 par l'enseignante et par le chercheur.</p> <p>Mandat: Analyser le tableau des données afin de répondre à la question statistique retenue par vote : « Est-ce que les filles de la classe consomment plus de fruits et de légumes par jour que les garçons? »</p>	<p>COLLECTIF</p> <p>➔ 8 min</p>
2.	<p>Début de l'analyse des données</p> <p>Sans considérer les données dans le tableau de compilation, Ina propose déjà à son équipe de « faire la moyenne des filles et la moyenne des garçons et on de comparer », tout en précisant qu'elles vont « faire d'abord la moyenne des filles qui mangent le plus de fruits et de légumes, et après la moyenne des garçons »</p> <p>Sur une brève intervention du chercheur, Lara précise que l'équipe ORANGE va « calculer la moyenne, on compte maintenant le nombre de filles et le nombre de garçons. »</p> <p>Remarquons que l'idée initiale de calculer « la moyenne des filles qui mangent le plus de fruits et de légumes » n'est plus présente. Cette nuance <i>des filles qui mangent le plus de fruits et de légumes</i> aurait exigé de l'équipe un travail de définition de cette catégorie, car il ne s'agit pas de toutes les données des filles. Or, cette nuance est abandonnée par l'équipe par la suite.</p> 	<p>EN ÉQUIPES</p> <p>➔ 8 min 45</p> <p>➔ 9 min</p> <p>➔ 10 min 30</p>

Figure 6. L'équipe ORANGE en train de compter le nombre des garçons de la classe

	<p>Par la suite, l'équipe ORANGE se concentre sur la clarification de chaque réponse :</p> <p>Pour les réponses « je ne sais pas », Ina propose de « compter pour 0 ». Elle précise que « tous les jeunes ne savent pas répondre ».</p> <p>Pour la réponse « 10 ou 20 » (G4), Ina propose d'écrire « 15... parce que c'est entre les deux » et elle précise qu'elle croit que la réponse G4 serait « un mensonge ».</p> <p>Cependant, pour « 2 ou 3 » (G5), l'équipe met « 2 ».</p> <p>Pour la réponse « 30 fruits et 3 légumes » (G8), l'équipe note 33, tout en précisant qu'elle n'y croit pas vraiment, ou que « cela ne veut pas dire que c'est vrai. ». Pour « 1 ou 2 fruits et plusieurs légumes » (F3) chez les filles, l'équipe ORANGE note « 2 », alors qu'elle note « 5 » pour la réponse « 2 fruits et plusieurs légumes » (G12) chez les garçons. Lara remarque que ceci ne serait pas de dire que c'est vrai, mais l'équipe ne discute pas davantage de sa remarque ni des valeurs souvent proposées par Ina sans justification.</p> <p>Par la suite, l'équipe note sur une feuille, en deux lignes distinctes, les valeurs qu'elle retient pour les filles et les garçons, en les additionnant afin de pouvoir calculer la moyenne.</p> <p>Lorsque le chercheur questionne leurs choix, Ina propose d'enlever la réponse « 33 » [« 30 fruits et 3 légumes »] chez les garçons, parce qu'elle juge qu'il « écrivait n'importe quoi », qu'elle n'y croirait pas et qu'elle trouve cela « ridicule », sans justifier pourquoi elle le juge ainsi.</p> <p>Lina trouve la moyenne de 4 pour les filles et de 5 pour les garçons. Ina précise tout de suite que « Paraît-il que les garçons mangent plus de fruits et de légumes, c'est ce qu'ils ont dit, mais ça peut être des mensonges. » Et Lara pense que pour plusieurs réponses, ses coéquipières auraient « ...estimé, donc on ne peut pas dire exactement, parce que vous avez estimé [pour des réponses comme « une tasse »]. »</p>	<p>➔ 13 min</p> <p>Remarque : [et non 2,5 si on suit la logique de mettre 15 pour « 10 ou 20 ».]</p> <p>➔ 13 min 30</p> <p>➔ 15 min 30</p> <p>➔ 24 min 30</p>
3.	Mise en commun.	COLLECTIF

	<p>Le chercheur demande aux équipes de réfléchir, pour ceux qui seraient sur le point de terminer leur analyse, à la façon dont ils représenteront leurs résultats.</p> <p>L'enseignante révisé brièvement les différents types de diagrammes qu'ils ont déjà vus en classe.</p>	<p>→ 26 min 30</p>
4.	<p>L'équipe ORANGE, après une brève discussion de plusieurs formes de diagrammes, et sur l'intervention de l'enseignante, décide de présenter ses résultats sous forme d'un diagramme à bandes, avec une bande pour la moyenne de 5 pour les garçons et une bande pour la moyenne de 4 pour les filles.</p> <p>Au lieu d'un diagramme à bandes, Ina propose aussi de faire un diagramme à deux lignes brisées et de manière superposée, l'une pour représenter chacune des données des filles et l'autre pour chacune des données des garçons. Son argument avancé est que ça permet de représenter toutes les données. Lara demande à son équipe si un diagramme à bandes serait mieux. Ses coéquipières ne lui fournissent pas de réponse.</p> <p>Lors de l'intervention du chercheur, lui demandant des précisions sur son choix de retenir 18 des 22 données chez les garçons, l'équipe revient sur son travail de clarification des données, notamment sur le fait d'attribuer des « 0 » aux trois réponses « je ne sais pas ». L'argument de Lara est qu'on ne « sait pas combien il [en] a mangé ». Mais finalement, l'équipe décide de ne pas considérer toutes ces 3 réponses dans son calcul de la moyenne. Ainsi, la somme pour les garçons a été divisée par 18 pour obtenir la moyenne, car l'équipe a laissé de côté les 3 réponses non quantitatives ainsi que la réponse « 30 fruits et 3 légumes ».</p> <p>Fin de la séance 2.</p>	<p>EN ÉQUIPES</p> <p>→ 32 min</p> <p>→ 30 min 30</p>

Étapes	Types de tâche, techniques et éléments de gestion didactique	Modes de travail et durée
1.	<p>Explicitation des mandats de la SÉANCE 3 par l'enseignante et le chercheur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Terminer l'analyse de données et trouver une réponse à la question, - Représenter les résultats sous forme de tableau ou encore de dessin, - En 2^e partie de la séance : les équipes ciblées présenteront leurs réponses et leurs techniques devant la classe avant d'entamer une discussion générale 	<p>COLLECTIF</p> <p>➔ 7 min 30</p>
2.	<p>L'équipe poursuit la réalisation de son diagramme. L'équipe ORANGE discute pour savoir si, pour son diagramme à lignes brisées, elle créera et représentera les résultats obtenus par des « bonds de 5 » ou des « bonds de 10 », sur l'axe des Y. Or, autour de la minute 15 de cette séance, Ina prend la décision par elle-même, et sans donner d'argument à ses coéquipières, d'abandonner l'idée du diagramme à lignes brisées, et de représenter les deux sommes calculées de la consommation de fruits et légumes des 22 garçons (94) et celle des 8 filles (31), chacune par colonne.</p>	<p>EN ÉQUIPES</p> <p>➔ 9-18 min</p>



Figure 7. Bande représentant la somme des fruits et légumes obtenue pour les 8 filles (31)

3.	<p>Le chercheur aborde l'équipe et la confronte avec le fait qu'elle ne semble pas intégrer les deux moyennes obtenues à partir de son analyse dans le diagramme à bandes. L'équipe décide alors d'ajouter à sa présentation, plutôt comme légende et non de manière intégrée au diagramme, la moyenne obtenue pour les filles (4) et pour les garçons (5).</p>	<p>EN ÉQUIPES → 19 min 30-21 min</p>
4.	<p>Le chercheur invite l'équipe à venir au tableau pour présenter ses résultats d'analyse et par la suite à réagir aux résultats et à la présentation des autres équipes au tableau, en se basant sur ses résultats.</p> <p>Fin du travail en équipe et début de la présentation des résultats.</p>	<p>COLLECTIF → 26 min 30</p>

2.2 Bilan du codage de l'équipe ORANGE

Le tableau bilan suivant présente, pour la séance 2 et la séance 3, les pourcentages des manifestations de l'équipe ORANGE de chacune des cinq composantes de la dimension 3 de la PS en fonction de chacun des 10 types d'interventions des pratiques critiques.

Tableau 6. Pourcentages des manifestations de l'équipe ORANGE des cinq composantes de la dimension 3 de la PS en fonction des 10 types d'interventions des pratiques critiques

SÉANCE 2

Interventions PC	Dimension 3 (PS) (cycle d'interrogation)					Équipe ORANGE
Type d'intervention des pratiques critiques	Générer (G)	Rechercher (R)	Interpréter (I)	Critiquer (C)	Juger (J)	TOTAL
1. Non justifiée (NJ)	73 (55.5 % de G)	8 (40 % de R)	8 (53.5 % de I)	0	1 (33.3 % de J)	90 (49 %)
2. Justifiée (JU)	10 (7.5 %)	2 (10 %)	1 (6.5 %)	3 (23 %)	1 (33.3 %)	17 (9.5 %)
3. Critériée (CR)	6 (4.5 %)	0	0	1 (8 %)	0	7 (4 %)
4. Éthique (ET)	0	0	0	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	0	1 (5 %)	1 (6.5 %)	0	0	2 (1 %)
6. Évaluative (EV)	0	0	0	0	0	0
7. Épistémique (EP)	10 (7.5 %)	0	2 (13,5 %)	6 (46 %)	1 (33.3 %)	19 (10.5 %)
8. Métacognitive (ME)	33 (25 %)	8 (40 %)	3 (20 %)	3 (23 %)	0	47 (25.5 %)
9. Autocritique (ACR)	0	0	0	0	0	0
10. Autocorrectrice (ACO)	0	1 (5 %)	0	0	0	1 (0.5 %)
TOTAL :	132 (72 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	20 (11 %)	15 (8 %)	13 (7 %)	3 (2 %)	183 (100 %)

SÉANCE 3

Interventions PC	Dimension 3 (PS) (cycle d'interrogation)					Équipe ORANGE
Type d'intervention des pratiques critiques	Générer (G)	Rechercher (R)	Interpréter (I)	Critiquer (C)	Juger (J)	TOTAL
1. Non justifiée (NJ)	35 (66 % de G)	4 (80 %)	1 (14 %)	0	0	40 (62 %)
2. Justifiée (JU)	5 (9 %)	0	4 (57 %)	0	0	9 (14 %)
3. Critériée (CR)	0	0	0	0	0	0
4. Éthique (ET)	0	0	0	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	0	0	0	0	0	0
6. Évaluative (EV)	0	0	0	0	0	0
7. Épistémique (EP)	0	0	0	0	0	0

8. Métacognitive (ME)	13 (26 %)	1 (20 %)	2 (29 %)	0	0	16 (24 %)
9. Autocritique (ACR)	0	0	0	0	0	0
10. Autocorrectrice (ACO)	0	0	0	0	0	0
TOTAL :	53 (82 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	5 (7.5 %)	7 (10.5 %)	0	0	65 (100 %)

2.3 Présentation du travail de l'équipe ORANGE

Dans cette partie, nous présenterons le travail d'équipe de l'équipe ORANGE à l'aide de notre grille d'analyse. Notre but est de décrire en détail sa technique de la moyenne, sa discussion sur la validité, la prise en compte de certaines réponses et sa discussion sur la représentation des résultats par un diagramme. Cette description se fera grâce à des extraits de verbatim sélectionnés et codés selon leur pertinence à l'égard de la dimension 3 de la PS avec ses cinq composantes, à savoir Générer, Rechercher, Interpréter, Critiquer et Juger. Les précisions au codage ont été apportées grâce à l'observation de la mobilisation d'un ou de plusieurs types d'intervention de pratiques critiques (Gagnon, 2011a), comme une intervention non justifiée, justifiée, critériée, éthique, contextuelle, évaluative, métacognitive, épistémique ou encore autocritique et autocorrectrice.

2.3.1 Recours de la moyenne chez l'équipe ORANGE

Rappelons que la technique retenue au départ par l'équipe ORANGE consistait à calculer et à comparer la moyenne de la consommation de fruits et légumes des 8 filles avec celle des 22 garçons. Dans notre analyse a priori, nous avons identifié et décrit cette technique (1.3 Technique faisant référence à une moyenne).

Déjà vers la 9^e minute de la séance 2, Ina suggérait à son équipe de « faire la moyenne des filles et la moyenne des garçons et on [de] comparer », et de « faire d’abord la moyenne des filles qui mangent le plus de fruits et de légumes, et après la moyenne des garçons... [et aller] voir dans la section avec les fruits et les légumes ». Remarquons que les formulations d’Ina ne sont pas identiques. Au niveau statistique, il y a une différence entre « faire la moyenne des filles » et « faire la moyenne des filles qui mangent le plus de fruits et de légumes ». La première suggère d’inclure toutes les données des filles dans le calcul, alors que la dernière suggère d’établir les critères et de définir la catégorie spécifique des filles qui mangent « le plus » de fruits et de légumes, et de calculer par la suite la moyenne de leur consommation.

Dans cet extrait de verbatim, nous avons codé sept manifestations de la composante Générer, toutes étant des interventions métacognitives. De plus, nous avons codé deux manifestations de la composante Rechercher, également de type métacognitif.

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)	
			Générer	Rechercher
Ina	Attends... [dans le micro] on va noter combien de filles qui mangent des fruits, on va faire la moyenne des filles et la moyenne des garçons et on va comparer. C’est ça?	8 min 30	ME	
Lila	Je ne sais pas.		ME	
Ina	On va faire d’abord la moyenne des filles qui mangent le plus de fruits et de légumes, et après la moyenne des garçons.		ME	
Lila	Comment on va faire ça?			ME
Ina	C’est facile, on va faire la moyenne.		ME	
Lila	Avec quoi?			ME
Ina	On va voir dans la section avec les fruits et les légumes... elle est ici [Lila a tourné les pages et les deux filles ont identifié la colonne		ME	

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)	
			Générer	Rechercher
	contenant les réponses à la question du sondage « combien de fruits et de légumes est-ce que tu manges par jour? ». Et on va aller voir tous les garçons. On va encercler... on va surligner les filles en jaune, et les garçons en une autre couleur, quoi. Et après on va faire...			
Ina	Attends, j'ai une idée! ... on va écrire un numéro, et après on va les [mot incompréhensible], numéro 1 c'est une fille.	10 min	ME	

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

C'est à travers des manifestations de la composante Générer qu'Ina a annoncé sa technique qui fait référence à la moyenne. Tout au début de leur travail d'équipe, Ina a suggéré de calculer les sommes de fruits et de légumes consommés des filles puis des garçons, ensuite de calculer les deux moyennes et de les comparer. À la demande de Lila de préciser en quoi consiste la technique, Ina précise quelles sont les deux colonnes de réponses qu'elles doivent considérer, et quelle serait la manière appropriée, à savoir séparer les filles des garçons, puis encercler et surligner à l'aide de deux couleurs distinctes. À la fin de cet extrait, Ina suggère également, par une intervention non justifiée également, de créer une liste contenant des numéros d'un côté pour les filles et de l'autre côté pour les garçons. Ces numéros correspondent à l'ordre d'apparition des réponses au sondage selon le sexe. Il est à souligner le fait qu'Ina nommait la technique de la moyenne et justifiait son recours à sa coéquipière après avoir vu la question et le type de données, mais sans qu'elle soit entrée dans leur analyse détaillée.

b) *Description des manifestations de la composante Rechercher*

Deux manifestations de cette composante ont été repérées dans cet extrait de verbatim. Elles se rapportaient au moment où Lila demandait des précisions à sa coéquipière sur quels moyens Ina allait s'appuyer pour faire la moyenne comme elle l'a proposé.

Plus tard entre la 18^e et la 20^e minute de la séance 2, l'équipe ORANGE discute à nouveau de sa technique de la moyenne, au moment où elle calcule la moyenne de la consommation quotidienne des fruits et légumes pour les 8 filles de la classe. Cet extrait débute au moment où l'équipe ORANGE vient de finir le nettoyage des données pour les 8 filles. Dans cet extrait de verbatim, nous avons codé six manifestations de la composante Générer, dont trois interventions sont de type non justifié, deux interventions métacognitives et une intervention épistémique. De plus, nous avons codé quatre manifestations de la composante Rechercher. L'une des interventions est de type justifié, deux interventions sont métacognitives et une intervention est autocorrectrice. Et finalement nous avons codé quatre manifestations de la composante Interpréter, dont l'une est de type justifié, deux interventions sont épistémiques et une intervention est critériée.

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)		
			Générer	Rechercher	Interpréter
Lila	[On va] diviser par quoi?			ME	
Ina	Diviser par 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8. Parce qu'il y a 7 données. [Elle écrit sur la feuille.]	18 min		JU	
Lila	8.			NJ	
Ina	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7... j'ai mal compté... [elle écrit « 8 données » sur la feuille].			ACO	
Lila	28, ça donne 28. [Elle a fait un calcul de la somme mentalement.]		NJ		
Ina	Non, je ne te crois pas.		EP		
Lara	Ça fait 10... 11... 12... 13... 14... [Elle vérifie à voix haute.]	18 min 30			

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)		
			Générer	Rechercher	Interpréter
Ina	[Elle calcule à la calculatrice]. 12... 15... [mais elle calcule finalement mentalement]. 24... 28! Donc 28 divisé par 8...		NJ		
Lila	Oh my God. Et on arrondit.		ME		
Ina	Et on arrondit, parce que ... [elle prend la calculatrice]. 3.5 donc on va mettre 4. [Elle note 4 comme réponse et l'encercle]. Ah oui, on va mettre la légende ici.	19 min	NJ		ME
Lila	Les gars, je suis sûre que ça va être plus, car ils mentent.				EP
Ina	Ils ont menti, mais bon. Comme le gars qui a écrit 34, mais...				NJ-EP
Lara	Ce ne sont pas différents fruits, mais peut-être c'est les mêmes qu'ils ont repris.	19 min 30			NJ
Ina	Lara, 34! ... [elle donne la feuille à Lila pour qu'elle complète la légende]. La légende, elle est terminée. On a la moyenne [pour les filles], qui est de 4. Quatre fruits et légumes en moyenne, pour les filles. On va faire ça pour les gars. Vasy, les roses.	20 min	ME		

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

Dans cet extrait, la composante Générer se manifeste surtout quand l'équipe ORANGE calcule et trouve la somme (28) des fruits et des légumes consommés par les 8 filles de leur classe. Toutes les trois élèves de cette équipe contribuent au calcul et à la vérification afin de trouver cette somme. Remarquons qu'à travers une intervention épistémique, Ina remet en doute l'exactitude de la somme de 28 quand elle a été trouvée pour la première fois, ce qui a amené Ina à recalculer et confirmer cette somme une deuxième fois. Il est également pertinent de soulever ici que même avant d'avoir obtenu la moyenne pour les 8 filles, Lila, par une intervention critériée, suggère à son équipe de l'arrondir. Et à la fin de cet extrait, Ina, par une intervention métacognitive, fait un court récapitulatif tout en ajoutant une interprétation à 4, que l'équipe vient de trouver comme résultat, à savoir qu'il s'agit de « Quatre fruits et légumes en moyenne, pour les filles ». La genèse

de deux données nouvelles et importantes a fait en sorte que l'équipe concentrait son attention et faisait une vérification en même temps. Également, cette équipe donnait aussitôt un sens au résultat chiffré qu'elle venait d'obtenir et d'arrondir.

b) *Description des manifestations de la composante Rechercher*

Nous avons observé quatre manifestations de la composante Rechercher de Lila et d'Ina. À deux reprises, Lila intervient de manière métacognitive afin de trouver par quel nombre l'équipe doit diviser la somme de la consommation en fruits et légumes des 8 filles. De son côté, par une intervention justifiée et une intervention autocorrectrice, Ina trouve et vérifie par elle-même que le nombre 8 soit correct. Il s'agit effectivement du nombre total des réponses des filles au sondage, et comme l'équipe ORANGE, à travers leur nettoyage des données, retient toutes les 8 réponses, elle divisera la somme de la consommation en fruits et légumes des 8 filles par 8.

c) *Description des manifestations de la composante Interpréter*

À travers les quatre manifestations de la composante Interpréter codées dans cet extrait, l'équipe ORANGE donne son interprétation de la pertinence des données des garçons, en se concentrant sur la donnée extrême de 33 (Ina mentionne ici de manière erronée que ce serait « 34 »). Ina, avec une intervention métacognitive et sur l'incitation de Lila, réalise un arrondissement du résultat obtenu pour les filles, de 3,5 à 4. Ses coéquipières ne réagissent pas à cette interprétation de résultat. Ensuite, Lila et Ina, chacune avec une intervention de type épistémique, prennent position par rapport aux données des garçons en affirmant que « ça va être plus », pour dire que leur moyenne serait plus élevée que la moyenne chez les filles, mais selon

elles, ce serait causé par le fait que les garçons mentent dans leurs réponses. Il est pertinent de souligner que pour formuler leur affirmation, Ina utilise l'exemple de la donnée avec la valeur numérique la plus élevée, et avec un écart exceptionnel par rapport à toutes les autres réponses chez les garçons, à savoir « 30 fruits et 3 légumes ». Lara donnait une autre interprétation possible pour sa part : « Ce ne sont pas différents fruits, mais peut-être c'est les mêmes qu'ils ont repris³⁰ ». On peut constater que Lila et Ina n'ont pas la même interprétation de cette réponse, alors qu'Ina est convaincue que ce garçon aurait menti, ce qui veut dire qu'elle refuse catégoriquement la validité de cette réponse, alors que Lila se montre plus nuancée en disant que cette réponse pourrait être valide sous certaines conditions.

Finalement, Lila trouve la moyenne de 4 pour les filles et de 5 pour les garçons. Ina remet en question tout de suite la validité du résultat obtenu pour les garçons : « Paraît-il que les garçons mangent plus de fruits et de légumes, c'est ce qu'ils ont dit, mais ça peut être des mensonges ». Et Lara pense que pour plusieurs réponses, ses coéquipières auraient « ...estimé, donc on ne peut pas dire exactement, parce que vous avez estimé [pour des réponses comme "une tasse"]. » Il est difficile de savoir exactement la signification de ce propos.

2.3.2 *Discussion sur la validité et la prise en compte de certaines données*

Dans cette sous-section, nous décrivons de manière détaillée comment l'équipe ORANGE réalise une partie de son travail de nettoyage des données. Plus précisément, nous décrivons les

³⁰ Il est possible que cette élève, initialement, donne une autre façon différente d'interpréter la question posée dans le sondage, à savoir que pour elle, la question serait « combien de fruits et de légumes *différents* manges-tu par jour? ».

passages de la séance 2 où cette équipe discute de la validité et de la prise en compte de certaines données. D'abord, nous exposerons ces passages en forme de verbatim codé; ensuite nous résumerons des considérations et des éléments essentiels de l'équipe ORANGE. Finalement, nous décrirons les détails de ces passages codés en nous appuyant sur les manifestations de chacune des cinq composantes de la dimension 3 (cycle interrogatif) de la PS.

Par la suite, nous tenterons de mettre en évidence le fait que la logique du choix de l'équipe ORANGE semble être que lorsqu'une donnée n'est pas précise (« je ne sais pas »), ou leur semble exagérée (33), on ne les considère pas du tout dans le calcul final. Ceci est différent par rapport au choix précédent de l'équipe (proposé par Ina), vers la 13^e minute, de remplacer les réponses « je ne sais pas » par « 0 ». Ce choix influence certainement la valeur de la moyenne de la consommation quotidienne de fruits et de légumes chez les garçons.

Par la suite, nous exposons cinq passages de la séance 2 dans lesquels l'équipe ORANGE se consacre au travail de nettoyage des données. Plus particulièrement, elle discute de la validité et de la prise en compte de certaines réponses, notamment les réponses qualitatives (« je ne sais pas » ou « ? » [G6, G7 et G17]) et les réponses à valeur extrême (« 30 légumes et 3 fruits » [G8]).

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)			
			Générer	Rechercher	Interpréter	Critiquer
Ina	Tu fais les gars, et après je fais la légende... [regardent les données] Tous les jeunes ne savent pas répondre [elle rit]. On va les compter pour 0.	13 min	NJ-ME			
Lara	Comment ça [que quelqu'un mette] « je ne sais pas ».		EP			
Lila	Je ne sais pas.		ME			

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)			
			Générer	Rechercher	Interpréter	Critiquer
Ina	Maintenant, je vois des gens qui écrivent «10 ou 20 ». On va essayer de clarifier ça, en écrivant 15. Même si je crois que c'est un mensonge.		CR-EP NJ			
Lila	[Elle pointe une réponse] « 30 légumes et 3 fruits ».		INFO			
Ina	Il y a beaucoup de gens qui mentent...					EP
Lila	Je suis sûre qu'il a regardé sur Internet pour savoir combien de fruits il faut manger par jour, donc probablement il faut 30 légumes par jour.	13min 30			NJ	
Ina	Je pense qu'il y en a beaucoup qui sont faux, mais on va le faire quand même. Donc ici on a dit ... on va juste écrire...					EP NJ-ME
Ina	Attends, non, on va clarifier les nombres. Pour « 10 ou 20 », on va écrire 15, parce que c'est entre les deux. Pour « 2 ou 3 » on met...		CR			
Lila	2... on met... on met 2.		NJ			
Ina	[Elle écrit 2 comme réponse]. Et puis « 1 ou 2 fruits et plusieurs légumes » ... il faut clarifier. On va écrire 2, pour 1 fruit et 1 légume... « je ne sais pas » ... non... « 30 légumes et 3 fruits »	14min 30	EP NJ			
Lila	Attends... 10 fruits et ... ah non c'est ok [elle vérifie une réponse plus haut dans la liste de compilation].					
Ina	Donc 30 fruits et 3 légumes, on ne te croit vraiment pas.		NJ			
Lila	Ce n'est pas grave.		EP			
Ina	On va quand même écrire 33... « 1 ou 2 », on va mettre 1. Parce que celui-là a trop peur d'écrire 1. « 3 ou 4 », on va écrire 3. « 2 fruits et plusieurs légumes », il faut clarifier mon Dieu. On va mettre 5, pour 2 fruits et 3 légumes. 5!	15 min	ME NJ			EP
Lila	Ok!					
Lara	Mais cela ne veut pas dire que c'est vrai.	15min 30				EP

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)			
			Générer	Rechercher	Interpréter	Critiquer
Ina	« 1 tasse de fruits et 2 tasses de légumes » ... euh...					
Ina	« 1 tasse de fruits et 2 tasses de légumes » ... on va juste mettre 6.		NJ			
Lila	Non, un [quelques mots incompréhensibles].		NJ			
Ina	6.		NJ			
Lila	Non.		NJ			
Ina	On va mettre 6.		NJ			
Lila	Non.		NJ			
Ina	5... 5... une tasse de fruits c'est environ...		NJ			
Lila	Ben, on va mettre 1, là.	16 min	NJ			
Ina	Deux tasses... on met 3. Ok? Après je ne sais pas, ah oui, il y a « 0 » ici. Parce qu'il y en a un qui a écrit « je ne sais pas » ici. Ok, maintenant on va faire la moyenne. Donc, on va commencer par les filles.		NJ JU ME			
Lila	Ok, 5... ensuite 10... 3... 15... 2... 33...8... comment, lui, il a compté [pour en arriver à 33]?	20min 30	NJ-EP			
Ina	Ah, c'est n'importe quoi.		EP			
Lara	Est-ce que c'est dans notre classe ou c'est dans l'autre classe?			CO		
Ina	Dans notre classe.					
Ina	On a fini la moyenne... mais il y en a qui en mange 33...				ME	
C	<i>Ah! Et qu'est-ce qu'on fait avec?</i>					
Ina	On les enlève...		NJ-ME			
C	<i>Je ne sais pas...</i>					
Ina	Parce qu'il écrivait n'importe quoi.					EP
C	<i>Je ne sais pas, peut-être c'est à cause de petites...</i>					

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)			
			Générer	Rechercher	Interpréter	Critiquer
Lara	Comme des raisins.				CO	
C	<i>Ah oui, les raisins. Quelqu'un peut dire « ah, hier j'en ai mangé 33 petits raisins... ou 2 bananes et 5 kiwis » ... et... 5 kiwis et 20 raisins, ça fait 25, non?</i>	24min 30				
Ina	Mais je n'y crois pas.					NJ-EP
	[C s'éloigne de l'équipe].					
Ina	On les enlève!		ME			
Lila	[Elle fait une soustraction à l'aide de la calculatrice sur sa tablette] 94... divisé par 18...		ACO			
Ina	Donc, on a enlevé le 33, <i>parce que je le trouve ridicule.</i>		ME-JU			
C	<i>À côté de l'autre? Pour mettre jusqu'à 22 non? Il y a combien de gars?</i>					
Ina	18.		NJ			
C	<i>18? Pourquoi il y en a 18?</i>					
Ina	Il y en a plus, de gars.		JU			
C	<i>Regardez, est-ce que toutes les données étaient claires pour vous? Est-ce qu'il y avait des données bizarres ou...</i>					
Ina	Il y avait des données « je ne sais pas ».		JU			
C	<i>Ok. Et qu'avez-vous fait avec?</i>					
Ina	On a mis « 0 » en arrière.		NJ-ME			
C	<i>Ok, et pourquoi vous avez mis « 0 », et pas... et c'est un gars qui a mis « 0 », et vous avez remplacé ça? Pour vous, c'est un gars qui a mis « 0 », ou est-ce que vous ne l'avez pas compté du tout?</i>					
Ina	Nous, on a mis un « 0 ».		ME			
Lara	C'est parce qu'on ne sait pas combien il [en] a mangé.		JU-ME			
C	<i>Est-ce que ça serait la même chose si on enlève, ou on met que c'est un</i>					

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)			
			Générer	Rechercher	Interpréter	Critiquer
	<i>gars qui a mis « 0 », est-ce que c'est la même chose?</i>					
Ina	Au pire, on pourrait juste enlever complètement.		NJ-ME			
Lila	Oui, on ne compte pas.		ACO			
C	<i>Ok, vous êtes au clair avec ce que vous faites?</i>					
Filles	Oui.		NJ			
C	<i>Parce que j'en ai compté 22 gars, et vous 18. C'est pour ça que je vous ai demandé pourquoi...</i>					
Lila	C'est parce qu'on a enlevé des gars.		ME			
	<i>[C quitte l'équipe].</i>					
Ina	<i>[Se penche sur la compilation des réponses]. 1...2...3... cela veut dire qu'on en a enlevé 4.</i>		ME			
Lara	22... oui!		ME			
Lila	Il y en avait un ...					
Ina	Ah oui, le 33. Donc lui, lui, lui et lui. Ok. C'est correct, ce sont 4.		JU			

Dans ces passages ciblés, la très grande majorité des manifestations observables sont de la composante Générer. En effet, nous avons codé 43 manifestations de la composante Générer, 1 manifestation de la composante Rechercher, 3 manifestations de la composante Interpréter, 6 manifestations de la composante Critiquer et aucune manifestation de la composante Juger.

Lors de l'intervention du chercheur, Ina proposait d'enlever la réponse « 33 » [« 30 fruits et 3 légumes »] chez les garçons, parce qu'elle jugeait qu'il « écrivait n'importe quoi », qu'elle n'y croyait pas et qu'elle trouve cela « ridicule ». (25 min)

Lors de l'intervention du chercheur, demandant à l'équipe des précisions sur son choix de retenir 18 des 22 données chez les garçons, l'équipe revient sur son travail de clarification des

données, notamment sur le fait d'attribuer des « 0 » aux trois réponses « je ne sais pas ». L'argument de Lara est qu'on ne « sait pas combien il [en] a mangé ». Mais finalement, l'équipe a décidé de ne pas considérer toutes ces 3 réponses dans son calcul de la moyenne. Ainsi, pour obtenir la moyenne, la somme des données des garçons a été divisée par 18 : l'équipe n'a finalement pas considéré les 3 réponses « je ne sais pas » (données qualitatives) ainsi que la réponse « 30 fruits et 3 légumes » (donnée extrême).

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

Remarquons que plusieurs de ces interventions peuvent convoquer plusieurs types d'interventions à la fois, par exemple une manifestation peut être de types justifié et métacognitif, ou encore critérié et métacognitif.

L'équipe ORANGE avait recours à des interventions de type non justifié pour nommer les différentes réponses pour la première fois (« 30 légumes et 3 fruits »; « On va écrire 2, pour 1 fruit et 1 légume », ou encore « 1 tasse de fruits et 2 tasses de légumes » ... on va juste mettre 6. »). L'équipe a effectué surtout au début de la séance 2 un nettoyage des données, d'abord pour les filles, ensuite pour les garçons. C'est Ina et Lila qui passent en revue chaque donnée, et à chaque donnée qui contient plus d'une seule valeur numérique dans la réponse, l'une des deux élèves la nomme à voix haute afin que l'équipe prenne une décision concernant cette réponse, c'est-à-dire pour quelle valeur numérique unique l'équipe optera. Ces décisions ont été prises majoritairement très rapidement par Ina, sans qu'il y ait de discussion plus argumentée sur ces réponses. Par exemple, pour la réponse « 1 tasse de fruits et 2 tasses de légumes » (15 min 30 à 16 minutes), Lila

et Ina manifestent une intervention de la composante Générer afin de clarifier quelle valeur elles attribueront à cette réponse, qui est assez complexe puisqu'elle contient deux valeurs numériques et deux unités différentes. De plus, ces unités n'indiquent pas le nombre de fruits ou de légumes consommés, mais le nombre de tasses. Ainsi, nous observons une discussion qui s'engage entre ces deux élèves, à travers plusieurs interventions non justifiées. Toutefois, elles ne réussissent pas à s'entendre sur quelle valeur unique adopter. La proposition non justifiée d'Ina d'indiquer « 6 » est rejetée par Lila, sans non plus que celle-ci se justifie. Ina propose alors « 5 » comme valeur pour une tasse. Mais Lila décline également cette proposition et fait une contreproposition de « 1 » à son tour. Finalement, elles s'entendent sur la valeur de « 3 », car c'est une tasse plus deux tasses. Or, il s'agit d'un glissement au niveau du raisonnement des élèves, car elles passent d'unité de fruits ou de légumes à l'unité de tasses.

Pour ce qui est des interventions de type justifié, l'équipe ORANGE s'en sert pour soutenir un propos à l'aide d'un motif souvent appuyé, mais pas toujours, par une ou des données du sondage. Par exemple, quand le chercheur demande à l'équipe de préciser si elle avait considéré les réponses « je ne sais pas » en tant que « 0 », ou bien si elle les avait enlevées lors du nettoyage des données, Ina répond de manière non justifiée que son équipe l'a remplacée par « 0 », et Lara justifie en disant que « C'est parce qu'on ne sait pas combien il [en] a mangé ». Cette justification était pertinente pour expliquer pourquoi le répondant aurait mis « je ne sais pas » au lieu d'une réponse quantitative, mais elle ne permet pas de justifier la pertinence de remplacer une réponse non quantitative par une valeur nulle. En effet, la valeur « 0 » signifierait pour le calcul de la

moyenne qu'une personne ne mangerait pas du tout de fruits ou de légumes quotidiennement, alors que la valeur est comptée dans le nombre de personnes qui ont répondu.

Pour les interventions de type critérié, c'est Ina qui s'en sert pour « clarifier », c'est-à-dire pour trancher en faveur d'une valeur à retenir lorsqu'une réponse offre deux valeurs numériques. Pour des réponses comme (« 10 ou 20 » [G4]), Ina donne un critère explicite, car elle propose « 15 » comme valeur, du fait que « c'est entre les deux ». À la 15^e minute, pour la réponse « 2 fruits et plusieurs légumes » (G12), Ina a tranché, de manière non justifiée, faveur d'une somme, tout en associant la quantité de 3 légumes à « plusieurs légumes ». Comme nous en avons déjà discuté précédemment dans l'analyse a priori de ce chapitre, Ina a décidé dans ce cas de déterminer, par elle-même, la valeur de 3 pour « plusieurs légumes » et de l'ajouter à la valeur de 2.

Au niveau des interventions de type métacognitif, nous pouvons voir que c'est Ina qui a fait la majorité des interventions portant sur les démarches ou les processus de pensée de son équipe. Dans cet extrait, quand le chercheur demande à l'équipe de quelle façon ils aborderont la réponse avec la valeur extrême de « 30 légumes et 3 fruits » (G8), l'équipe propose de la supprimer, donc de ne pas la compter parmi les réponses retenues pour calculer la moyenne par la suite. L'équipe propose de faire de même pour les trois réponses non quantitatives. Remarquons ici qu'il s'agit d'une autocorrection guidée par une intervention du chercheur auprès de l'équipe.

En ce qui concerne les interventions de type épistémique dans cet extrait, nous pouvons observer que l'équipe s'en sert pour exprimer son doute quant à la validité de certaines réponses comme « 30 légumes et 3 fruits » (G8), ou « 10 ou 20 » (G4). À travers certaines interventions non

justifiées, Ina exprime même explicitement que, selon elle, ces réponses seraient des mensonges et qu'elle n'y croit pas.

b) Description des manifestations de la composante Rechercher

Les seules manifestations de la composante Rechercher observables dans cet extrait ont été exprimées lorsque que Lara veut savoir si les données du sondage proviennent de leur classe ou de l'autre classe. Ina lui répond, sans se justifier, qu'il s'agit des données de leur classe. Lara ne poursuit pas sa réflexion une fois qu'elle a obtenu l'information de la part de sa coéquipière.

c) Description des manifestations de la composante Interpréter

Les manifestations de la composante Interpréter dans ces extraits se concentrent sur la réponse « 30 légumes et 3 fruits » (G8). Par une intervention justifiée et contextuelle, Lila suggère une interprétation de cette réponse, à savoir que le répondant aurait consulté Internet pour savoir par quel nombre il faudrait répondre. Ce qui est intéressant à retenir, c'est qu'Internet semble être une source fiable en soi selon Lila.

d) Description des manifestations de la composante Critiquer

Les manifestations de la composante Critiquer permettent à l'équipe de prendre un certain recul par rapport à l'information fournie par la réponse « 30 légumes et 3 fruits » (G8). Selon Ina, certains qui ont répondu au sondage « mentent » ou encore ils répondraient « n'importe quoi ». Ce doute amène même Ina à penser, mais de manière peu fondée, que beaucoup de réponses seraient « fausses ».

2.3.3 *Discussion sur la représentation des résultats par un diagramme*

Après une brève discussion portant sur plusieurs formes de diagrammes, et à la suite de l'intervention de l'enseignante, l'équipe décide de présenter ses résultats sous forme d'un diagramme à bandes, avec une bande pour la moyenne de 5 pour les garçons et une bande pour la moyenne de 4 pour les filles (Ina, 31 min 45). En effet, par une intervention métacognitive, Ina a proposé à son équipe de « faire deux diagrammes à bandes, un pour 5 et un pour 4. » Cette proposition de présentation est correcte et pertinente pour représenter les résultats obtenus grâce à la technique de l'équipe faisant référence à la moyenne. Or, par la suite, l'équipe ne suit pas cette piste prometteuse, suggérée par Ina, pour réaliser le diagramme à deux bandes. Ainsi, cette piste pertinente est abandonnée.

Ina propose également de réaliser un diagramme à deux lignes brisées, dont l'une pour représenter les 8 données des filles et l'autre, les 18 données des garçons que l'équipe a retenues sur les 22 au total. Son propos avancé de manière non justifiée suggère que cela permet de représenter toutes les données et de voir aussi une certaine évolution. Lara demande à son équipe si un diagramme à bandes n'aurait pas été préférable. Ses coéquipières ne lui fournissent pas de réponse (30 min). Ainsi, leur discussion et le non-consensus de l'équipe semblent venir de la question portant sur la façon de représenter dans un même diagramme et les 8, respectivement 18 données définies et retenues, ainsi que les deux moyennes calculées, à savoir 4 pour les filles et 5 pour les garçons.

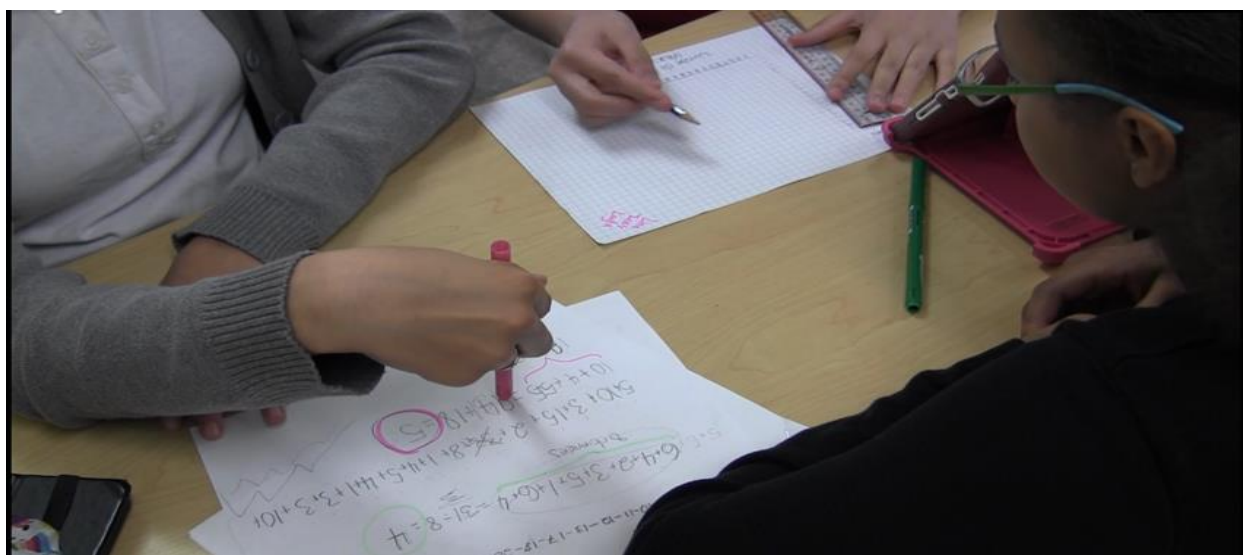
À la séance 3, tout d'abord, l'équipe ORANGE entame une réalisation à main levée de son diagramme à lignes brisées.

Qui	SÉANCE 3, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)		
			Générer	Rechercher	Interpréter
Ina	[Pointant l'axe de Y] On doit aller jusqu'à 100... 10... 20... 30... 40... 50...60...70... 80...90...100. Parce que c'est 94 [le total trouvé pour les garçons].		JU		
Lila	Non, on ne prend pas les...		NJ		
Ina	Non, parce que sinon on ne peut pas savoir... donc on fait comme j'ai dit, ...		NJ-ME		
Lila	On fait des bonds de 5.	9 min 20	NJ		
Ina	Non, pas des bonds de 5. [Elle efface les données de l'axe Y].		NJ		
Lila	Si on fait des bonds de 5, on arrive de 31 à 94.		NJ-ME		
Ina	Quoi?				
Lila	Parce que ça c'est 31 fois 3 ça donne 94 ... [quelques mots inaudibles]				JU
Ina	Oui, mais on va mettre ça à côté tu vois.				NJ-ME
Lila	Et si on faisait des bonds de 10...			ME	
Ina	[Elle trace une nouvelle ligne pour l'axe Y]	10 min			

Dans cet extrait de verbatim codé, nous pouvons observer que l'équipe ORANGE mène une discussion pour déterminer comment son diagramme à lignes brisées représentera bien les résultats obtenus, par des « bonds de 5 » ou des « bonds de 10 ». La majorité des manifestations observables proviennent de la composante Générer, et les interventions sont majoritairement de type non justifié. Nous pouvons observer ici le glissement chez cette équipe entre la représentation des deux moyennes calculées et la somme des données retenues pour calculer ces deux moyennes.

De plus, sa discussion sur le choix, à savoir si les « bonds de 5 » ou les « bonds de 10 » seraient plus adaptés pour son diagramme, n'est pas soutenue en faveur de l'un ou de l'autre choix possible. D'une certaine manière, ceci peut être expliqué par le fait que la question de bonds de 5 ou bonds de 10 n'a pas vraiment un impact sur le contenu du diagramme. Par conséquent, des arguments n'ont pas vraiment besoin d'être avancés ici pour justifier si l'un ou l'autre choix serait plus pertinent. Lila, par une manifestation de la composante Interpréter, et de manière justifiée, essaie de montrer la pertinence de choisir les « bonds de 5 », en argumentant que « 31 fois 3, ça donne 94 ». Bien que 31 fois 3 égale 93, ce qui est très proche de 94, mais cette relation que 94 représente quasiment un multiple de 31 n'explique pas le choix pour les « bonds de 5 ». Le raisonnement de relation entre multiples, de 31 à 94, aurait davantage de sens si Lila avait proposé de faire des bons de 30 ou de 31.

Figure 8. Discussion sur la réalisation d'un diagramme de l'équipe ORANGE

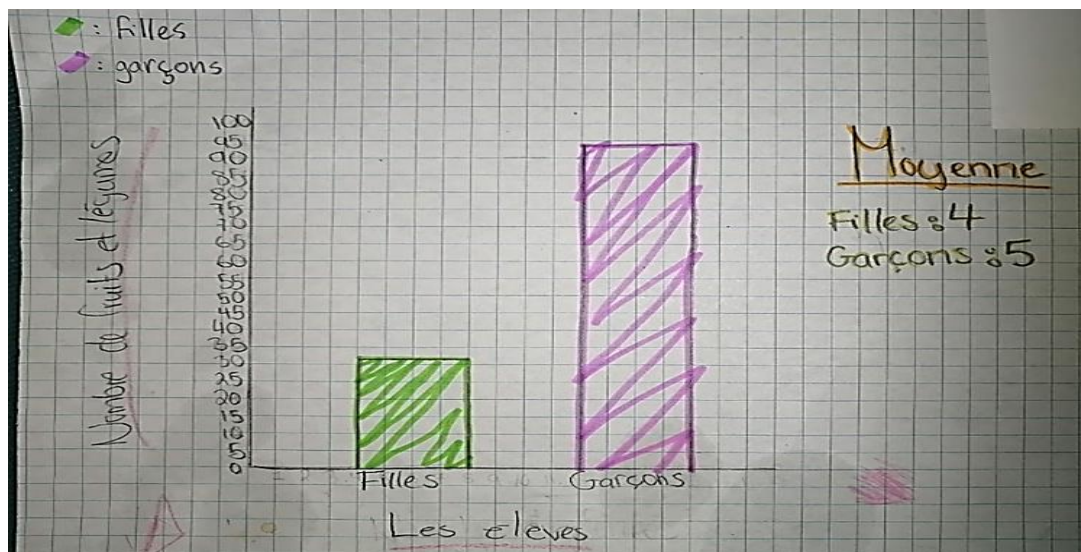


Vers la minute 15 de la séance 3, Ina prend la décision par elle-même, sans donner d'argument à ses coéquipières, de laisser tomber l'idée du diagramme à lignes brisées. Ainsi, elle

termine le diagramme en illustrant par deux bandes verticales les sommes calculées de la consommation de fruits et légumes des 18 garçons (94) et celle des 8 filles (31). Lorsque le chercheur aborde l'équipe vers la 20^e minute, il la confronte avec le fait qu'elle n'intègre pas les deux moyennes obtenues à partir de son analyse dans son diagramme à bandes. L'équipe ORANGE prend alors la décision d'ajouter à sa présentation, plutôt sous forme d'une légende et non de manière intégrée au diagramme, la moyenne obtenue pour les filles (4) et pour les garçons (5). Une autre option pour l'équipe ORANGE était de réaliser un autre diagramme pour ne représenter que ses résultats d'analyse qui sont ces deux moyennes uniquement.

Nous observons, dans les choix de cette équipe, un glissement important : les élèves représentent les deux sommes, ce qui n'est pas le meilleur moyen pour faire un diagramme à bandes puisque, prises de manière isolée, elles ne tiennent pas compte des effectifs différents. Ce choix final s'avère moins pertinent au niveau de la présentation des résultats que son choix primaire, à la fin de la séance 2, qui était de représenter une bande de 5 de hauteur représentant la moyenne pour les garçons et une bande de hauteur 4 pour celle des filles. Ce choix de départ, mais non retenu était le plus pertinent pour représenter les résultats d'analyse de l'équipe obtenus à la séance 2.

Figure 9. Diagramme final de l'équipe ORANGE avec les deux moyennes calculées sous forme de légende



Nous pouvons retenir que l'équipe ORANGE, par sa technique de calcul des deux moyennes, a pu arriver à répondre adéquatement à la question statistique. Par contre, le choix et la confection du diagramme des membres de cette équipe pour représenter les résultats étaient moins convaincants, comme nous pouvons le voir dans leurs discussions et comme représenté dans la figure 9. Lors des séances 2 et 3, cette équipe a manifesté majoritairement la composante Générer de la dimension 3 de la PS. Par ailleurs, les interventions qu'elle a principalement mobilisées étaient de types non justifié et métacognitif.

3. PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE ROUGE

Dans cette sous-section, nous présenterons les données de l'équipe ROUGE. Elle est composée de trois élèves : Matt, Alain et Phileas. Nous débuterons par le synopsis du travail de

cette équipe, suivi par un bilan du codage des verbatim pour cette équipe. Nous terminerons par une présentation du travail de l'équipe, avec l'aide de notre grille d'analyse.

3.1 Synopsis équipe ROUGE

Pour la séance 2, l'équipe développe la technique consistant à calculer la moyenne des fruits et de légumes pour les 8 garçons choisis, et la moyenne des 8 filles, et de les comparer. Plus précisément, l'équipe ROUGE a choisi les huit premières réponses chez les garçons. L'équipe a ensuite consacré une grande partie du temps de la séance 2 à discuter lors du nettoyage des données choisies. Vers la fin de cette séance, on demande aux équipes, qui ont déjà fini leur analyse et qui sont déjà parvenues à donner une réponse à la question statistique, de discuter sous quelle forme chaque équipe présentera leurs résultats. L'équipe ROUGE, après une brève discussion de plusieurs formes de diagrammes, et ayant été orientée par l'enseignante, a décidé de les présenter sous forme de deux diagrammes à bandes et entame la réalisation de ceux-ci.

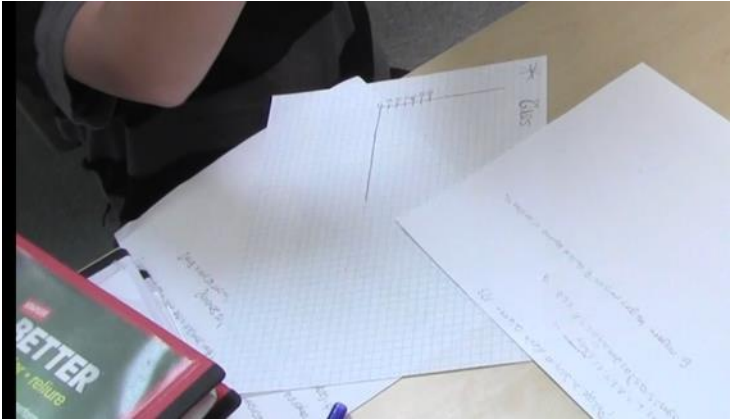
Au début de la séance 3, l'équipe ROUGE a terminé la présentation de ses résultats, sous forme de deux diagrammes à bandes. La deuxième partie de la séance a permis à trois équipes sélectionnées de venir au tableau et de présenter leurs résultats à la classe et d'en discuter. L'équipe ROUGE ne faisait pas partie de ces trois équipes, cependant elle a participé aux discussions des résultats des autres équipes. Elle a présenté brièvement sa technique d'analyse et ses résultats : une comparaison des deux moyennes calculées des 8 garçons sélectionnés et des 8 filles. Elle a trouvé comme résultat que les garçons consomment plus de fruits et de légumes par jour que les filles. En effet, cette équipe a obtenu une moyenne de 8 pour les garçons et de 4 pour les filles.

Nous présentons, ci-après, les principaux moments de travail et les techniques de l'équipe ROUGE des séances 2 et 3 sous forme d'un synopsis.

Étapes	Types de tâche, techniques et éléments de gestion didactique	Modes de travail et durée
1.	<p>Explicitation au tableau du mandat de la SÉANCE 2 par l'enseignante et par le chercheur.</p> <p>Mandat: Analyser le tableau des données afin de répondre à la question statistique retenue par vote : « Est-ce que les filles de la classe consomment plus de fruits et de légumes par jour que les garçons? ».</p>	<p>COLLECTIF</p> <p>➔ 8 min</p>
2.	<p>Début de l'analyse des données.</p> <p>Alain dénombre qu'il y a 8 filles dans la classe.</p> <p>Matt propose la technique de retenir 8 réponses des garçons. Le but est de choisir un nombre égal de réponses que celui des filles pour pouvoir comparer.</p> <p>La technique que propose Matt signifie que « pour chaque fille de la classe on prend un garçon ».</p> <p>Questionnée par le chercheur (13 min) sur son choix des 8 premiers garçons de la liste, l'équipe argumente qu'« il y a plus de garçons que de filles » et « qu'il en faut seulement huit »... et que les autres sont « juste dans le sondage » [Phileas].</p> <p>Matt propose la suite de la technique : calculer la moyenne de fruits et légumes pour les 8 garçons choisis, et la moyenne des 8 filles, puis les comparer.</p> <p>La version finale de la technique que propose Matt à son équipe se divise en deux sous-techniques : 1) choisir les 8 premières réponses des garçons, puis 2) calculer la moyenne de la consommation de fruits et légumes pour les 8 garçons et pour les 8 filles, et finalement comparer ces deux moyennes obtenues pour obtenir une réponse à la question statistique.</p> <p>L'équipe poursuit avec cette technique.</p>	<p>EN ÉQUIPES</p> <p>➔ 8 min 45</p> <p>➔ 9 min 15</p> <p>➔ 10 min 30</p> <p>➔ 13 min</p> <p>➔ 14 min 30</p>

<p>L'équipe se concentre désormais sur le nettoyage des données choisies.</p>	
<p>Discussion sur la valeur à retenir pour les réponses G6 (« ? ») et G7 (« je ne sais pas »). Alain est en faveur de les supprimer et de les remplacer par les deux réponses suivantes (contenant une valeur numérique). Phileas argumente qu'il faut les garder, car ce sont tous des répondants au sondage et que son équipe doit « faire avec ça ». Il propose un peu plus tard (19 min) de noter « je ne sais pas », sans proposer comment considérer cette « valeur » dans le calcul de la moyenne.</p>	<p>→ 15 min</p>
<p>Matt écarte la réponse « 30 légumes et 3 fruits », qu'il juge improbable et qui représenterait un repas complet.</p>	<p>→ 17 min</p>
<p>L'équipe discute de la pertinence ou non de calculer des « tasses » comme unité de mesure. Phileas propose d'abord de fusionner la réponse « 1 tasse de fruits et 2 tasses de légumes » en « 3 tasses de fruits et de légumes ». Ensuite, il donne l'exemple concret d'« un céleri et une fraise ». Matt précise qu'« un céleri, ça équivaut à une tasse ».</p>	<p>→ 18 min 30</p>
<p>L'équipe discute d'une réponse (« 10 ou 20 ») qui peut influencer la réponse finale selon la façon dont on la considère. Matt propose 15 comme valeur, qu'il considère « comme entre les deux ». Phileas, n'étant pas d'accord, propose à Alain d'écrire « 10 ou 20 » (donc de garder également la formulation telle qu'elle a été formulée comme réponse), parce qu'« on s'en fout de ce qu'il a écrit ». Quelques minutes plus tard, Alain annonce à Matt qu'il a opté pour « 10 » parce que, comme il est indiqué « 10 ou 20 », il a opté pour l'un des deux nombres, à savoir 10. Pour lui, la réponse suggère de faire un choix soit pour l'une, soit pour l'autre valeur, et « parce que 20, c'est un peu exagéré » (23 min 30).</p>	<p>→ 19 min 30</p>
<p>Alain demande à ses coéquipiers quelle valeur il devrait écrire pour remplacer la réponse « je ne sais pas ». Phileas propose de l'écrire telle quelle.</p>	<p>→ 22 min 30</p>
<p>À la place de « je ne sais pas », Matt propose à Alain, sans fournir d'argument, de le remplacer par 0, ce qu'Alain accepte. Phileas n'intervient pas.</p>	<p>→ 23 min 30</p>
	<p>→ 24 min 30</p>

3.	<p>Le chercheur intervient et demande à l'équipe ce qu'elle a choisi d'adopter entre « 10 ou 20 ». Les trois élèves discutent sans vraiment en venir à un consensus. Phileas tranche pour 10 et affirme qu'il ne sait pas pourquoi, mais pointe Alain en disant que c'est celui qui a « décidé ça », lors de leur discussion sur cette valeur, environ 4 minutes plus tôt, Alain justifie que « parce que 20, c'est un petit peu exagéré »; Matt s'abstient.</p> <p>Suite à l'insistance de Phileas, Alain rajoute à nouveau la réponse G8 (« 30 légumes et 3 fruits »), réponse que l'équipe a écartée plus tôt (18 min 30), puisque selon Matt « c'est impossible, ça remplit un frigidaire au complet ».</p> <p>L'équipe trouve la moyenne de 8 (8,25 qui est arrondi à 8) pour les garçons et de 4 pour les filles.</p> <p>Mise en commun.</p> <p>Le chercheur demande à ceux qui seraient sur le point de terminer leur analyse de réfléchir à la façon dont ils représenteront leurs résultats.</p> <p>L'enseignante révisé brièvement les différents types de diagrammes qu'ils ont déjà vus en classe.</p>	<p>→ 25 min 30</p> <p>COLLECTIF</p> <p>→ 26 min</p>
----	--	---

4.	<p>L'équipe ROUGE, après une brève discussion portant sur plusieurs formes de diagrammes, décide de présenter ses résultats sous forme de diagrammes à bandes, parce que « c'est plus facile » selon Phileas. Par contre, un diagramme circulaire serait impossible à faire, selon Alain, « parce qu'ils ont calculé une moyenne ». Phileas en a commencé la réalisation sur sa tablette, alors que Matt entame la réalisation de ces diagrammes sur une feuille; il a seulement réussi à tracer les axes avant la fin de la séance.</p> <p>Figure 10. Équipe ROUGE et son diagramme commencé des « garçons » avec l'axe Y</p>  <p>Ce diagramme représentant le nombre de fruits et de légumes consommés. Les bonds se font par 5 (0, 5, 10, 15, 20, etc.).</p> <p>Fin de la séance 2.</p>	<p>EN ÉQUIPES</p> <p>➔ 27 min-35 min</p>
----	--	--

Étapes	Types de tâche, techniques et éléments de gestion didactique	Modes de travail et durée
1.	Explicitation des mandats de la SÉANCE 3 par l'enseignante et le chercheur : <ul style="list-style-type: none"> - terminer l'analyse de données et trouver la réponse à la question, - la représenter sous forme de tableau ou encore de dessin - en deuxième partie de la séance : les équipes ciblées présenteront leurs réponses et leurs techniques devant la classe, suivies d'une discussion générale 	COLLECTIF → 8 min 45
2.	L'équipe poursuit la réalisation de sa présentation par diagrammes à bandes	EN ÉQUIPES → 9-18 min
3.	Le chercheur aborde brièvement l'équipe et l'invite à réagir aux résultats et à la présentation des trois équipes au tableau, en se basant sur leurs résultats.	EN ÉQUIPES → 18 min
4.	Fin du travail en équipe et début de la présentation des résultats.	COLLECTIF → 26 min 30

3.2 Bilan du codage de l'équipe ROUGE

Dans le tableau suivant nous présentons les pourcentages des manifestations de l'équipe ROUGE de chacune des cinq composantes de la dimension 3 de la PS en fonction de chacun des 10 types d'interventions des pratiques critiques.

Tableau 7. Pourcentages des manifestations de l'équipe ROUGE des cinq composantes de la dimension 3 de la PS en fonction des 10 types d'interventions des pratiques critiques

SÉANCE 2

Interventions PC	Dimension 3 (PS) (cycle d'interrogation)					Équipe ROUGE
	Générer (G)	Rechercher (R)	Interpréter (I)	Critiquer (C)	Juger (J)	TOTAL
1. Non justifiée (NJ)	69 (54.5 %)	21 (42 %)	3 (9.5 %)	0	0	93 (45 %)
2. Justifiée (JU)	16 (12.5 %)	8 (16 %)	16 (51.5 %)	0	0	40 (19 %)
3. Critériée (CR)	3 (2.5 %)	3 (6 %)	2 (6.5 %)	0	0	8 (4 %)

4. Éthique (ET)	0	0	0	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	0	1 (2 %)	0	0	0	1 (0.3 %)
6. Évaluative (EV)	0	1 (2 %)	0	0	0	1 (0.3 %)
7. Épistémique (EP)	0	1 (2 %)	0	0	0	1 (0.3 %)
8. Métacognitive (ME)	39 (30.5 %)	15 (30 %)	10 (32.5 %)	0	0	64 (31 %)
9. Autocritique (ACR)	0	0	0	0	0	0
10. Autocorrectrice (ACO)	0	0	0	0	0	0
TOTAL :	127 (61 %)	50 (24 %)	31 (15 %)	0	0	208 (100 %)

SÉANCE 3

Interventions PC	Dimension 3 (PS) (cycle d'interrogation)					Équipe ROUGE
	Générer (G)	Rechercher (R)	Interpréter (I)	Critiquer (C)	Juger (J)	TOTAL
1. Non justifiée (NJ)	27 (71 %)	7 (47 %)	3 (25 %)	0	0	37 (57 %)
2. Justifiée (JU)	3 (8 %)	4 (26.5 %)	6 (50 %)	0	0	13 (20 %)
3. Critériée (CR)	0	0	0	0	0	0
4. Éthique (ET)	0	0	0	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	0	0	3 (25 %)	0	0	3 (4.5 %)
6. Évaluative (EV)	0	0	0	0	0	0
7. Épistémique (EP)	0	0	0	0	0	0
8. Métacognitive (ME)	8 (21 %)	4 (26.5 %)	0	0	0	12 (18.5 %)
9. Autocritique (ACR)	0	0	0	0	0	0
10. Autocorrectrice (ACO)	0	0	0	0	0	0
TOTAL :	38 (58.5 %)	15 (23 %)	12 (18.5 %)	0	0	65 (100 %)

3.3 Présentation du travail de l'équipe ROUGE

Dans cette partie, nous présenterons le travail de l'équipe ROUGE à l'aide de notre grille d'analyse. Notre but est de décrire en détail sa technique de la moyenne, sa discussion sur la validité et la prise en compte de certaines réponses, et sa discussion sur la représentation des résultats par un diagramme. Cette description se fera grâce à des extraits de verbatim sélectionnés

selon leur pertinence à l'égard de la dimension 3 de la PS. Le codage des verbatim a été réalisé à l'aide de l'observation de la mobilisation d'un ou de plusieurs types d'intervention de pratiques critiques (Gagnon, 2011a).

3.3.1 *Recours à la moyenne par l'équipe ROUGE*

La technique faisant référence à la moyenne de l'équipe ROUGE peut être observée en trois phases. La première idée de Matt fut la proposition de choisir 8 données des garçons pour les comparer aux 8 données des filles³¹. Ensuite, Matt propose une sous-technique : calculer la moyenne des fruits et légumes pour les 8 garçons choisis, et la moyenne des 8 filles, et de les comparer. (8° à 15° min). Enfin, la technique finale que propose Matt à son équipe est une combinaison des deux : 1) sélectionner les 8 premières réponses des garçons, puis 2) calculer la moyenne de la consommation de fruits et légumes pour ces 8 garçons et pour les 8 filles et, finalement, comparer ces deux moyennes obtenues pour obtenir une réponse à la question statistique.

Ainsi, au niveau de la statistique, nous pouvons dire que l'équipe ROUGE calcule la moyenne de toute la population des 8 filles. En ce qui concerne les réponses des 22 garçons de la classe, l'équipe ROUGE calcule la moyenne échantillonnale pour les garçons, car elle sélectionne un sous-ensemble formé par les huit premières réponses (sur 22 réponses au total), avec certaines

³¹ Comme nous l'avons vu dans l'analyse a priori, cette technique, à ce stade-ci, n'aborde pas la question de la moyenne. En effet, à partir du choix de 8 réponses chez les garçons, l'équipe ROUGE aurait aussi bien pu faire la comparaison des deux sommes obtenues, ce qui aurait également été valide pour parvenir à une réponse pertinente à la question statistique.

qui sont remplacées par les réponses n° 9, 10 ou 11; à l'aide d'une méthode aléatoire simple. En effet, Matt propose à son équipe de sélectionner les huit premières réponses dans le tableau de la compilation.

L'analyse des données a débuté vers la 8^e minute de la séance 2. L'équipe ROUGE commence par un dénombrement des réponses des filles de la classe. La première proposition d'une technique vient de la part de Matt et consiste à sélectionner 8 réponses des garçons dans le but de garder le même nombre de réponses que celui des filles afin de pouvoir comparer par la suite.

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)	
			Générer	Rechercher
Alain	8 femmes.		INFO	
Matt	Huit!	8 min 30	NJ	
Alain	Yes!		NJ	
Matt	Donc, il faut prendre 8 gars! ... Attends, on va prendre un autre surligneur! Parce qu'il faut calculer si on fait [quelques mots incompréhensibles].		ME	
	[ALAIN surligne en bleu les « hommes » dans la colonne des réponses à la question de « sexe »].			
Matt	Tu es rendu à 9! Prends 8 gars!	9 min	CR	
Alain	Huit?			
Matt	Parce qu'il faut prendre 8 gars! Il faut prendre égal! Sinon il n'y aura pas de sens, c'est sûr que les gars vont gagner.		JU	
Alain	Ah oui, c'est sûr...		NJ	
Alain	Donc il y a 8 filles. Peux-tu vérifier?			JU-ME
Matt	Est-ce que comme ça on est capable de voir?			ME

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

Matt propose tout d'abord, sans se justifier, la technique de « prendre 8 garçons ... », mais propose par la suite, avec une intervention critériée, qu'« il faut prendre égal, sinon il n'y aurait pas de sens, c'est sûr que les garçons vont gagner ». Jusqu'à ce moment, la proposition de technique de Matt est orientée vers une comparaison des sous-groupes à effectifs égaux à comparer. Matt semble être conscient que les effectifs des deux groupes à comparer sont très différents (8 contre 22), car il souligne l'inégalité des effectifs et semble également aiguiller son coéquipier sur l'égalisation des effectifs à 8 par groupe. Il est intéressant de retenir que la piste de Matt est différente, car il n'a pas proposé rapidement une technique visant à calculer la moyenne. Ce qui lui importait, de prime abord, était de procéder avec un nombre égal de garçons et de filles. Cette réflexion pertinente peut mener vers des techniques et des discussions d'autres natures (par exemple, la question de l'équité que Matt lui-même a mentionnée, où le recours au contexte peut jouer un rôle plus important que cela aurait été le cas pour le calcul et la comparaison de moyennes).

b) Description des manifestations de la composante Rechercher

Au début de la séance 2, les manifestations de la composante Rechercher montrent le souci de l'équipe ROUGE de vérifier et de délimiter lesquelles des données des garçons seront nécessaires et seront sélectionnées parmi les 22 réponses au total. Comme les interventions portent sur le processus de sélection des données, elles sont majoritairement de types métacognitif et justifié.

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)	
			Générer	Rechercher
Matt	On va calculer la moyenne : combien de filles mangent de légumes. Ah non, est-ce que les gars mangent plus de fruits et légumes que les filles. [Il lit au tableau.] Donc, il faut calculer la moyenne des 8 gars qu'on a choisis, combien de fruits ils mangent, et la moyenne des filles qu'on a choisies, combien de filles mangent des légumes, et ça va nous donner après.	10 min 30	ME	
Alain	[Phileas calcule le total de fruits et de légumes que mangent les filles et les garçons, il surligne et compte]. [À Phileas] tu as fait une erreur, parce qu'il y a trois espaces, ce serait ici.		ME-JU	
Phileas	Est-ce que ces deux-là [les réponses G6 et G7], on ne les prend pas?			ME
Alain	Non, on ne les prend pas.			ME-NJ
Phileas	Il faut que tu mettes le X.		ME	

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

La première mention explicite de la « moyenne » est réalisée par Matt à 10 min 30, par une intervention justifiée et métacognitive. En effet, Matt décrit la technique de recourir au calcul des moyennes. En relisant la question statistique retenue pour sa classe, il souligne le fait qu'une comparaison entre les consommations de fruits et de légumes chez les garçons et les filles s'impose, et il propose de comparer les deux moyennes. La sous-technique de la moyenne était en soi pertinente, mais dans le contexte de la première proposition de la technique d'égalisation des effectifs à 8 par sous-groupe, le calcul des deux moyennes s'avérait inutile, car il était suffisant de comparer les deux sommes qu'ils allaient obtenir des deux sous-groupes de 8, comme nous l'avons montré dans l'analyse a priori. Il est intéressant ici de soulever le fait que les coéquipiers de Matt n'ont pas contesté cette sous-technique, car ils semblaient d'accord avec celle-ci.

b) *Description des manifestations de la composante Rechercher*

L'équipe ROUGE cherchait à clarifier brièvement quelles sont les réponses à retenir et à écarter, car elle voulait en retenir 8 pour les garçons. À l'aide de deux interventions de type métacognitif, l'équipe a vérifié et a pris une décision en équipe, en se consultant.

Par la suite, le chercheur intervient auprès de l'équipe et les questionne sur sa technique.

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)	
			Générer	Interpréter
C	<i>Ça va ici? Quelle est votre stratégie?</i>	13 min		
Phileas	On est en train de surligner les filles en jaune.		ME	
C	<i>Ok, c'est 8 filles. Et les gars c'est combien?</i>			
Matt	Huit.			
Phileas	On a fait égal pour...		ME	
C	<i>Ok, ça c'est intéressant. Et dites-moi pourquoi?</i>			
Matt	Car sinon c'est sûr que c'est les gars qui vont gagner.			JU
Phileas	Parce qu'il y a plus de gars.			JU
Matt	Parce que si on fait la moyenne...			ME
Phileas	Il y a plus de gars que de filles.			JU
Matt	Oui.			
C	<i>C'est intéressant. Ok.</i>			
Phileas	Et là on surligne les autres.		ME	
C	<i>Et les autres gars, vous allez faire quoi avec?</i>			
Matt	On ne les prend pas.		ME-NJ	
Phileas	On ne les prend pas, parce qu'il en faut juste huit.	13 min 30	ME-JU	
C	<i>Ah, ok.</i>			
Alain	Parce qu'en tout, ici, il y a, genre, 8 filles. Il y en a plus que de gars, donc il faut en prendre huit.			JU
Phileas	Sinon, sûrement les gars vont gagner.			JU
C	<i>Et comment vous choisissez? Vous prenez juste les 8 premiers gars?</i>			
Matt	Oui.		NJ	
Alain	Oui.		NJ	
C	<i>Et les autres, ils font quoi?</i>			
Phileas	Ils sont juste dans le sondage.		NJ	

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

Questionnée par le chercheur (13 min) sur son choix des 8 premiers garçons de la liste, l'équipe argumente que sauf pour les 8 réponses sélectionnées chez les garçons, ils ne considéreront pas les autres réponses. Par une intervention métacognitive et justifiée, Phileas

précise que « On ne les prend pas, parce qu'il en faut juste huit. » et, par une intervention non justifiée, il ajoute que les autres sont « juste dans le sondage ».

La sélection de 8 garçons est en quelque sorte « inutile » en termes mathématiques, car une moyenne arithmétique donne une valeur à tendance centrale peu importe la taille de l'effectif. Ils auraient pu comparer la moyenne des 8 filles à la moyenne des 22 garçons. On pourrait dire aussi que le calcul de la moyenne est non nécessaire si on a des effectifs égaux, car il suffit alors de comparer les sommes.

c) *Description des manifestations de la composante Interpréter*

Parmi les extraits présentés ici, nous pouvons voir que sur l'intervention du chercheur, l'équipe ROUGE se manifeste par la composante Interpréter, et par plusieurs interventions justifiées. Elle explique au chercheur le choix de l'équipe de ne sélectionner que 8 réponses parmi les 22 réponses chez les garçons : par souci d'égalité et pour éviter que les garçons « gagnent » à l'avance par leur supériorité en nombres. Cette interprétation montre que l'équipe est consciente du fait que les effectifs des deux groupes à comparer sont inégaux. Ainsi, l'équipe a décidé dès le début de la séance 2 de réaliser une comparaison seulement après avoir égalisé les effectifs des groupes à comparer.

Par ailleurs, à la séance 3, Matt met en évidence le choix de son équipe de ne considérer seulement que 8 garçons : « [une élève] disait qu'il y a plus de garçons que de filles, mais nous, on a pris le nombre de filles..., comme il y a 8 filles, donc on a pris le même nombre de garçons,

donc 8 garçons... Dans les filles, on en avait 8, donc on a pris le même nombre d'hommes. Donc on a pris 8 [garçons] aussi, et on a pris les données... Les 8 premiers ».

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)
			Générer
Alain	31 divisé par 8.	21 min	JU
Matt	[Il obtient 3,875 comme résultat.] ça donne 4 si on arrondit. Et l'autre, c'est quoi?		CR
Alain	L'autre, c'est 33 divisé par 8.		
Matt	Ça va donner, genre, 5. Ah non, 4 aussi! [Le résultat exact est 4,125].		CR

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

Dans cette séquence, l'équipe trouve la moyenne de 4 pour les filles, par une intervention critériée de la part de Matt, qui vient de calculer cette moyenne à l'aide d'une calculatrice (31 divisé par 8). Comme le résultat exact est 3,875, Matt décide par lui-même de l'arrondir à 4, ce qui représente la valeur du nombre naturel le plus proche de 3,875. Pour les garçons, l'équipe trouve la somme de 33, qu'elle fait diviser par 8. Bien que le résultat exact soit 4,125, Matt décide de l'arrondir également à 4. En se servant du critère d'arrondir, l'équipe obtient deux moyennes égales, mais si on compare les sommes, on peut voir que la somme des 8 garçons est légèrement supérieure à celle des 8 filles. Par la suite, cette équipe ne discute pas de cette « égalité » des résultats, elle ne tranche pas en fonction des nombres non arrondis qu'elle vient de calculer, ni des nombres arrondis à 4. En effet, elle continue de discuter de manière intraéquipe à savoir si elle considère ou non la réponse « 30 légumes et 3 fruits » dans leur calcul de la somme chez les garçons. C'est ce que nous allons voir par la suite.

3.3.2 Discussion sur la validité et prise en compte de certaines réponses

Pendant son travail d'équipe, l'équipe ROUGE a discuté de la question de la prise en compte et de la validité de plusieurs réponses. Nous présentons ci-après cette discussion en détail.

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)		
			Générer	Rechercher	Interpréter
Alain	Mais lui, il a marqué un point d'interrogation, est-ce qu'on peut l'enlever? Et mettre lui à la place [il pointe une réponse plus en bas de la liste].	15 min		ME-NJ	
	[Pas de réponse directe des deux autres à ses questions].				
Matt	Mais là, il y a un « je ne sais pas » [réponse d'un gars].				
Phileas	Où ça?				
Matt	Lui, là.				
Phileas	Ok, mais on va enlever et mettre lui à la place. [Il pointe cette réponse dans la liste].				ME
Matt	Mais il y a un point d'interrogation et un « je ne sais pas ».				ME
Alain	Tu mets le prochain. Un ou deux. Là, « je ne sais pas ». [Il pointe cette réponse dans la liste].		NJ		
Phileas	On s'en fout.		NJ-EV		
Matt	Mais non, ...		NJ-EV		
Alain	On ne va pas tous les enlever.		NJ-ME		
Alain	Check, elle écrit « 1 ou 2 fruits et plusieurs légumes », ... après ça « 3 ou 4 », je mets « 4 ».	16 min			NJ
Phileas	Peut-être elle mange 1 ou 2 fruits et plusieurs légumes, on ne le sait pas.				ME
Alain	[Il pointe une autre réponse d'une fille] « une tasse de fruits et 2 tasses de légumes ».		NJ		
Matt	Mets 1 et 2.		NJ		
Alain	Trois?			NJ	
Matt	Trois oui. Quatre.	17 min		NJ	
Phileas	Écris « 3 tasses de fruits et légumes ».		NJ		
Matt	Ça ne va rien changer.				NJ-EV
Phileas	Oui, ça va changer, il faut dire « tasse » ... si tu dis un fruit et un légume, c'est comme si par jour, tu manges un céleri, et une fraise.	17 min 30			CR-CO
Matt	Oui, un céleri, ça équivaut à une tasse.		NJ		
Phileas	Et une fraise ça équivaut à une tasse?			EV	
Matt	Ben, si elle est gigantesque, oui...			CO	
Alain	J'ai 11 numéros! [Il recompte ce qu'il vient de noter sur la feuille]. Celui-là, on le prenait ou	18 min		ME	

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)		
			Générer	Rechercher	Interpréter
	pas dans les gars? ... ah ouais, les deux derniers.				
Phileas	De quoi, les deux derniers?				
Matt	De quoi 20 [fruits et légumes]? 20?				
Alain	Parce qu'il y en avait 11 en tout.		JU		
Matt	20! [Il pointe la réponse dans la colonne.]			JU	
Alain	C'est « 10 ou 20 » ...			CR	
	« 30 légumes et 3 fruits » ... [il pointe la réponse dans la colonne.]				
Matt	Non, non, c'est impossible! C'est un repas au complet! Tu dois être végétarien pour manger ça.	18 min 30			CO
Phileas	Connais-tu quelqu'un qui est végétarien?				
Alain	Quand tu coupes un poivron, qu'est-ce que tu fais avec ça?				
Matt	Poivron?				
Alain	Il coupe en petits morceaux.				
Matt	Ne mets pas 20, mets 15, comme entre les deux. [Pour la réponse « 10 ou 20 »].	19 min 40	CR		
Phileas	Mais pourquoi tu écris 15?		ME		
Matt	C'est parce que c'est entre les deux.		CR		
Phileas	Ben, il y a des gens qui ont écrit « je ne sais pas ». On n'a rien mis.		JU-ME		
C	Ok.				
Phileas	Des gens qui écrivent « 10 ou 20 ».				
C	<i>Et qu'est-ce que vous avez fait avec ça?</i>				
Phileas	Je ne sais pas... on a mis « je ne sais pas » et on a mis « 0 » ... Des gens qui écrivent « 10 ou 20 », on a choisi « 10 ».	23 min	NJ-ME		
C	<i>Ok, pour « 10 ou 20 » vous avez mis « 10 ».</i>				
Phileas	Oui.		ME		
C	<i>Et pourquoi 10 et pas 20?</i>				
Phileas	Je ne sais pas.		ME		
Alain	Parce que 20, c'est un peu exagéré.		JU		
C	<i>Donc 10 c'est plus réaliste?</i>	23 min 30			
Phileas	[À Alain] et pourquoi tu ne l'as pas mis?			ME	
Matt	Mais parce que c'est impossible.		JU		
Phileas	On s'en fout que c'est impossible, on le met.		NJ-EV		
Alain	Toi, tu as décidé de ne pas le mettre.		ME		
Phileas	Mais je l'ai souligné. Ce n'est pas moi qui ai décidé de ne pas le mettre, c'est toi.		JU-ME		
Alain	Ah je sais, c'est parce que tu m'as dit qu'environ c'est une portion, genre.		JU-ME		
Phileas	C'est Matt qui a dit que c'est un plat au complet. Moi, j'ai dit que peut-être, il y a des végétariens dans la classe, et après on a décidé de le mettre.	24 min	CO		

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)		
			Générer	Rechercher	Interpréter
Alain	Donc je vais mettre « 30 ». Ok, je vais mettre « 30 ». Et ça va nous faire genre, 60. C'est ça pour les filles.		NJ		
Matt	Mais c'est impossible, 30! ...				
Alain	Tu as 60 pour les filles.		JU		
Matt	...ça remplirait un frigo au complet.		CO		
Phileas	Oh, attends un petit peu, tu as écrit quoi, là?				
Alain	66 divisé par 8, ok? C'est 30 légumes et 3 fruits...				
Matt	Ça donne 8. [Il a calculé avec la calculatrice et obtenu 8,25]				
Alain	8.				
Phileas	D'où tu sors ton 63.			ME	
Alain	Parce que lui c'est 30... parce qu'au début, on avait 33, on avait 33 en tout, ok. Donc c'est 30 plus 3... 33... 66...	25 min		JU-ME	
Phileas	Oui, mais tu divises.		ME		
Alain	Mais c'est ça, divisé par 8. C'est égal à 8.		JU		
Phileas	Ça sort où 63? Tu dois l'expliquer ça.			EP	
Alain	Parce que 63, c'est si j'avais fait plus 30, mais je n'ai pas mis les 3 fruits, donc là, j'ai ajouté les 3 fruits				JU-ME
Phileas	Pourquoi tu as fait 30 plus 30?	25 min 30		ME	
Alain	Je n'ai pas fait 30 plus 30, j'ai fait 33 plus 30... 33 plus 30... parce que 33 c'était le chiffre du début... et il fallait ajouter ça et ça.				JU-ME
	SÉANCE 3				
Phileas	Mais tu sais, le gars qui a écrit « 30 », peut-être par jour il mange 15 légumes, et il mange 15 fruits, donc fruits et légumes, ça en fait 30.				JU-CO
Matt	Oui, mais si ce sont des bleuets, c'est facile.				JU-CO
Phileas	On s'en fout!		NJ-EV		
Alain	Mais, il a écrit 30 légumes ou 30 fruits?				
Matt	Attends, mais est-ce que c'est le nombre de fruits ou c'est les portions? [Il vérifie dans la liste des réponses].				
Phileas	Mais on s'en fout!	12 min	NJ-EV		
Alain	C'est le nombre de fruits et de légumes. Ce ne sont pas des portions! Penses-tu vraiment que quelqu'un va manger 30 portions de légumes [il représente une portion avec le creux de ses 2 mains jointes] ou 30 portions de fruits !?				JU-CO
Phileas	Peut-être il mangerait 30 portions, ce serait qu'il mangerait comme 30 personnes mangeraient de légumes.				CO
Alain	Il mangerait pour 6 personnes.				JU

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)		
			Générer	Rechercher	Interpréter
Phileas	Oui, tu vois, ça c'est beaucoup! Cherche dans notre classe quelqu'un qui est gros!				JU-CO

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

Pour ce qui est de la discussion sur la valeur à retenir pour les réponses G6 (« ? ») et G7 (« je ne sais pas »), Alain est en faveur de les supprimer et de les remplacer par les deux réponses suivantes contenant une valeur numérique. Phileas est d'avis qu'il faut les garder, car ce sont tous des répondants au sondage et que son équipe doit « faire avec ça ». Il propose un peu plus tard (19 min) de noter « je ne sais pas », sans proposer comment considérer cette « valeur » dans le calcul de la moyenne. Phileas refuse d'interpréter les réponses non quantitatives, parce qu'il est impossible d'y attribuer une valeur numérique en vue du calcul de la moyenne. À la place de « je ne sais pas », Matt propose à Alain, sans fournir d'argument, de le remplacer par 0, ce qu'Alain accepte. Un peu plus tard, Alain demande à ses coéquipiers quelle valeur il devrait écrire pour remplacer la réponse « je ne sais pas ». Phileas, toujours contre toute interprétation des données présentant plus d'une valeur numérique, propose de l'écrire telle quelle.

L'une des discussions de l'équipe ROUGE porte sur la pertinence ou non de calculer des « tasses » comme unité de mesure. Phileas propose d'abord de fusionner la réponse « 1 tasse de fruit et 2 tasses de légumes » en « 3 tasses de fruits et de légumes ». Ensuite, il donne l'exemple concret d'« un céleri et d'une fraise » (17 min 30). Matt précise qu'« un céleri, ça équivaut à une tasse ». Nous pouvons observer dans cette décision un glissement de raisonnement, d'une part entre les unités indiquées en « tasses », et d'autre part avec les « nombres de fruits et de légumes ». Soulignons également que l'exemple du céleri reste discutable au niveau de la justification, car

pour Matt et Phileas, il est évident qu'un céleri équivaut à une tasse, alors que tant au niveau du volume que du poids, on peut se poser la question. De plus, ni Matt ni Phileas n'a fourni d'arguments pour justifier leur point de vue.

L'équipe discute également d'une donnée (« 10 ou 20 » [G4]) qui peut influencer la réponse finale selon la manière dont on la considère. Matt propose 15 comme valeur, par une intervention critériée, car c'est « entre les deux ». Phileas, n'étant pas d'accord, propose à Alain d'écrire « 10 ou 20 » (donc de garder également la formulation telle qu'elle a été formulée comme réponse), parce qu'« on s'en fout³² de ce qu'il a écrit ». Quelques minutes plus tard, Alain annonce à Matt qu'il a opté pour « 10 » en raison du fait qu'il est indiqué « 10 ou 20 » et qu'il a opté pour l'un des deux nombres, à savoir 10. Pour lui, la réponse suggère de faire un choix soit pour l'une, soit pour l'autre valeur, et « parce que 20, c'est un peu exagéré » (23 min 30). Le chercheur intervient et demande ce que l'équipe a choisi entre « 10 ou 20 ». Les trois élèves discutent sans vraiment en venir à un consensus. Phileas opte pour 10 et affirme qu'il ne sait pas pourquoi, mais pointe Alain en disant que c'est celui-ci qui aurait pris la décision, lors de sa discussion sur cette valeur environ 4 minutes plus tôt. Pour Alain, on ne peut pas retenir la valeur de 20 parce qu'elle serait trop élevée. Ainsi, comme nous l'avons déjà expliqué dans l'analyse a priori, cette équipe

³² Nous avons remarqué que Phileas utilise souvent cette expression lors d'une discussion intraéquipes. En regardant de plus près les moments dans lesquels cet élève l'utilise, nous pouvons constater que son utilisation n'est pas causée par un possible dégageant de l'élève de la tâche, mais est plutôt causée par une intention soit de couper court à la discussion, soit de s'opposer à et d'invalider, en quelque sorte, un nouvel élément contextuel (par exemple « mais si c'était des bleuets, c'est facile »), qui venait d'être amené spontanément par un coéquipier dans la discussion intraéquipes et qui pourrait ouvrir le débat sur d'autres pistes d'interprétations possibles de certaines données qui sont à débattre à ce moment-là par l'équipe. On pourrait caractériser cette posture de l'élève comme une posture de résistance ou de barrage face à une ouverture possible de la discussion intraéquipes sur différentes données.

illustre bien le fait qu'en présence de réponses contenant deux valeurs numériques différentes, les élèves risquent de discuter des possibilités de réponse à retenir, mais qu'une décision définitive peut être difficile à prendre.

À la suite de l'insistance de Phileas, Alain rajoute à nouveau la réponse G8 (« 30 légumes et 3 fruits »), réponse que l'équipe a écartée plus tôt, puisque selon Matt « c'est impossible, ça remplit un frigidaire au complet » (24 min 30). Mais finalement, cette valeur ne sera pas retenue pour calculer la moyenne pour les garçons et sera remplacée par « 9 » (la valeur de la réponse G9).

À la lumière de la présentation détaillée de ces extraits du travail d'équipe de l'équipe ROUGE lorsqu'elle abordait les réponses non quantitatives et les réponses contenant des valeurs extrêmes, nous avons pu constater que cette équipe a manifesté majoritairement la composante Générer de la dimension 3 de la PS. Par ailleurs, les pratiques critiques mobilisées majoritairement par cette équipe dans ce contexte sont des interventions non justifiées, justifiées et métacognitives.

b) Description des manifestations de la composante Rechercher

En ce qui concerne les manifestations de la composante Rechercher que nous avons observées et codées dans les extraits qui font l'objet de notre recherche, elles tendent à être des interventions de type non justifié, lorsque l'équipe se pose des questions de clarification ou de précision sur certaines données. De leur côté, les interventions métacognitives représentent des questionnements sur les propres démarches de résolution de l'équipe (Alain : « Celui-là, on le prenait ou pas dans les gars? », ou plus loin Phileas : « et pourquoi tu ne l'as pas mis? », ou encore Phileas « Pourquoi tu as fait 30 plus 30? »). Pour ce qui est de l'intervention critériée, Alain y avait

recours une fois dans ces passages pour trancher dans le choix entre « 10 ou 20 », pour préciser à ses coéquipiers que, selon lui, il faut choisir soit 10, soit 20. En résumé, nous pouvons dire que l'équipe ROUGE cherche à clarifier des données par des interventions majoritairement non justifiées.

c) *Description des manifestations de la composante Interpréter*

Nous pouvons observer davantage de manifestations de la composante Interpréter vers la fin de la séance 2 et dans un passage de la séance 3 où l'équipe discute de la réponse « 30 légumes et 3 fruits » (G8). Dans cette discussion, toutes les manifestations de la composante Interpréter sont des interventions de type justifié, dont trois sont également de type contextuel. Soulignons que le recours à des interventions de type contextuel est rare chez l'équipe ROUGE. En effet, ce sont les trois seules que nous avons codées, et elles font partie de la composante Interpréter. Chaque coéquipier fournit une interprétation à la fois contextuelle, basée sur le quotidien, et justifiée, qui lui semble plausible pour expliquer la viabilité de cette donnée à valeur extrême. Dans la séance 2, Phileas mobilise une intervention de type contextuel à 17 min 30 pour fournir un sens à « 3 tasses de fruits et légumes », en mettant l'accent sur l'unité de mesure qui est des tasses, et non le nombre de fruits et de légumes. De son côté, l'affirmation de Matt, voulant qu'une fraise puisse équivaloir à une tasse si elle est gigantesque, est à la fois contextuelle avec apparence de sophisme³³. Matt a tendance à chercher à se donner raison par tous les moyens, alors que ces

³³ Un sophisme est un raisonnement défectueux ou trompeur malgré une apparence logique. En effet, l'exemple de Matt, à savoir une fraise gigantesque, semble logique, mais consiste en une grande exagération dans son imagination. En d'autres termes, il n'est pas impossible, mais très peu probable, de rencontrer une fraise de la taille

affirmations ou exemples sont parfois exagérés ou ne sont pas appuyés par une explication rigoureuse. À la séance 3, les interventions contextuelles sont mobilisées pour fournir un sens viable pour l'équipe en ce qui concerne « 30 légumes et 3 fruits ». Pour cette équipe, il doit s'agir de petits légumes ou de petits fruits pour que cette réponse ait du sens, et en aucun cas il ne peut s'agir de portions, mais bien d'un nombre de petits fruits et de légumes. Ainsi, les membres de l'équipe ROUGE sont conscients qu'il s'agit d'une grande quantité de fruits et de légumes pour une consommation quotidienne. Pour eux, il ne pourrait être question de petits fruits et légumes (Matt donnait l'exemple des bleuets pour les fruits, mais l'équipe ne fournit pas d'exemple de légume).

3.3.3 Discussion sur la représentation des résultats par un diagramme

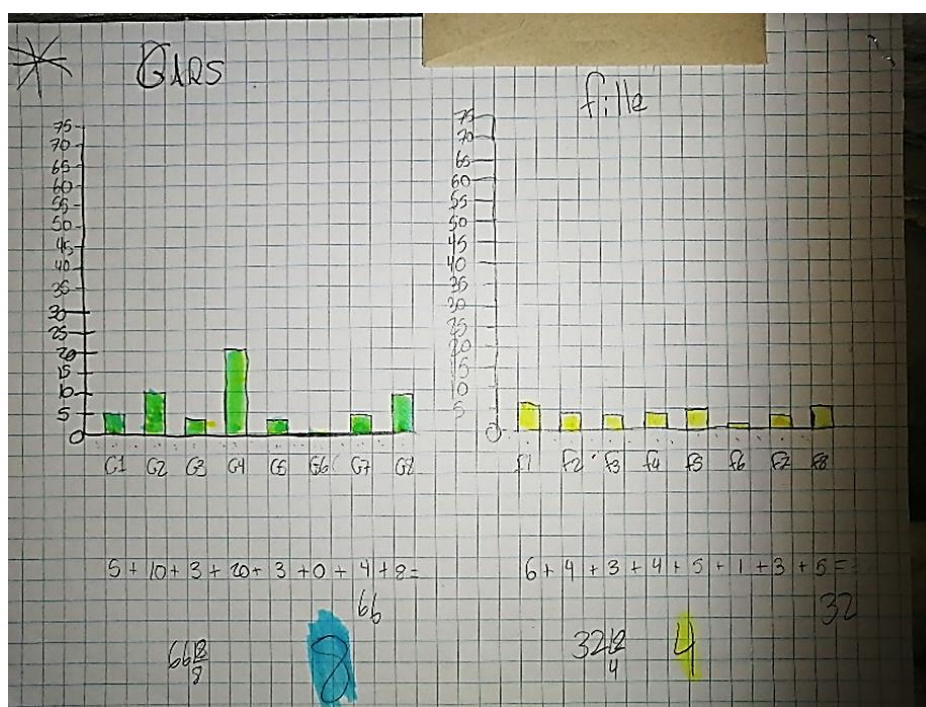
Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)		
			Générer	Rechercher	Interpréter
Phileas	On va faire [le diagramme] sur l'iPad.		ME		
Matt	On n'a pas le droit.	27 min	ME		
Phileas	Oui, on peut faire le diagramme sur l'iPad, c'est ça qu'il vient de dire...				
Alain	On va appeler ça comment?		ME		
Phileas	On peut faire un diagramme circulaire, à lignes brisées	27 min 30	NJ-ME		
Matt	Circulaire? Pourquoi on ferait un diagramme circulaire?			NJ-ME	
Phileas	Alors on va faire un diagramme comment?			NJ-ME	
Alain	À bandes.		NJ-ME		
Phileas	À bandes?			NJ-ME	
Matt	Attends, mais il y a un diagramme...				
Phileas	Oh, diagramme à lignes brisées... ou à bandes...				

d'une tasse. On peut donc dire que l'exemple de Matt semble être valide, mais ne l'est pas quand on l'examine de près.

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)		
			Générer	Rechercher	Interpréter
Matt	Ça s'appelle bandes, mais ce n'est pas à bandes. C'est comme des rectangles, tu vois?				
Phileas	C'est bandes. C'est juste sur le côté....				JU
Alain	On fait un diagramme.		NJ-ME		
C	<i>Un diagramme à bandes?</i>				
Phileas	Oui.		ME		
C	<i>Et pourquoi un diagramme à bandes?</i>				
Phileas	Parce que c'est plus facile. C'est plus facile à faire. Parce qu'on ne peut pas faire un diagramme circulaire.		JU		
C	<i>Et pourquoi?</i>				
Phileas	Parce que sinon il faudrait...				
C	<i>Parce qu'il y a 8 filles et 8 gars.</i>				
Alain	Parce qu'on a calculé la moyenne.		JU-ME		
C	<i>Ah, ok...</i>				
Phileas	Et puis le diagramme à lignes brisées c'est que...				
C	<i>Tu dis que pour les moyennes, c'est mieux avec un diagramme à bandes?</i>	31 min 30			
Phileas	Oui c'est ça. On était d'accord.		ME		
SÉANCE 3					
C	<i>[Il pointe le diagramme réalisé par MATT]. Ça c'est pour chaque gars, et pour chaque fille.</i>				
Phileas	Oui!		NJ		
C	<i>Mais vous avez calculé une moyenne?</i>				
Matt	Oui, on va écrire la moyenne ici [en bas de la feuille]. On va faire le calcul ici.		NJ-ME		
Alain	Mais les gars sont en bleu.	19 min	NJ		
Phileas	...au pire tu fais les filles en bleu, on s'en fout!		NJ-ME		
C	<i>Mais qu'est-ce que vous allez faire avec la moyenne? Est-ce que vous allez...</i>				
Phileas	Les gars sont en bleu, pas en vert.		NJ		
Matt	On va faire la moyenne... on va faire la moyenne après.		ME		
C	<i>Un diagramme avec la moyenne? Peut-être avant de faire ça avec les filles, faites la moyenne [pour les gars] ok?</i>				
Matt	Oui.		NJ		
	[Le chercheur s'éloigne de l'équipe].				

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)		
			Générer	Rechercher	Interpréter
Matt	Pourquoi vous ne m'avez pas dit que les gars sont en bleu?			NJ-ME	
Phileas	Parce que c'est toi qui fais le diagramme.			ME	
Alain	Parce que toi, tu le prépares... Matt, tu as oublié une ligne. [Il prend le surligneur de la main de Matt pour colorier lui-même la barre de G4 en bleu].	19 min 50		JU-ME	

Figure 11. Diagramme final de l'équipe ROUGE avec les notes et résultats des calculs



L'équipe ROUGE, après une brève discussion de plusieurs formes de diagrammes, décide de présenter ses résultats sous forme de diagrammes à bandes, parce que « c'est plus facile », dans le sens de plus approprié au contexte, selon Phileas. Cependant, un diagramme circulaire serait impossible à faire, selon Alain, « parce qu'ils ont calculé une moyenne ». Précisons ici que cette

discussion a lieu peu après une intervention du chercheur et de l'enseignant³⁴ devant la classe. Ceci a un effet d'enseignement à considérer, car l'enseignante oriente ici fortement les élèves vers les graphiques et diagrammes déjà vus en classe avec elle.

La première discussion de l'équipe porte sur le choix possible de différents types de diagrammes. La majorité (6) des manifestations dans cette discussion vient de la composante Générer, dont la plupart des interventions sont de type non justifié. Les élèves n'abordent en aucun moment en détail l'un ou l'autre type de diagramme. Par ailleurs, les cinq manifestations de la composante Rechercher sont de type non justifié, car l'équipe à ce stade, cherche à dresser un inventaire des types de diagrammes qu'elle connaît.

Par la suite, c'est-à-dire à la fin de la séance 2 et vers le milieu de la séance 3, le chercheur aborde l'équipe ROUGE pour la confronter avec sa représentation des résultats grâce à un diagramme. Lors du premier échange avec le chercheur, l'équipe ROUGE répond aux questions de ce dernier et porte un regard métacognitif sur la façon qu'a l'équipe de procéder à la réalisation de sa présentation. Remarquons que son choix en faveur d'un diagramme à bandes se justifie par le critère de la simplicité à réaliser, et non par un critère basé sur la pertinence du diagramme selon les résultats obtenus. On pourrait penser que pour les élèves, la simplicité se rapporte aussi à la pertinence. C'est du moins ce que pourrait laisser entendre leurs propos au sujet de l'adéquation de la stratégie utilisée (moyenne) et du mode de présentation choisi.

³⁴ L'enseignante : « Est-ce que vous vous souvenez des graphiques ou des diagrammes qu'on a déjà vus ensemble...? »

Lors de l'intervention de type métacognitif de la part du chercheur auprès de l'équipe ROUGE dans la séance 3, Matt semble être conscient que l'équipe veut, au début, représenter les deux moyennes dans son graphique et qu'il souhaite les ajouter dans sa représentation après avoir terminé son diagramme à bandes. Or, il n'est pas conscient que le diagramme réalisé serait mieux adapté à une comparaison des distributions à l'aide d'un graphique. En effet, l'idée de demander à ses coéquipiers de faire un diagramme était justement de les pister afin qu'ils diversifient, d'une certaine façon, les techniques d'analyse mises en place. Nous avons discuté de cette possibilité de technique d'analyse dans l'analyse a priori, sous le point 1.4. Cette possibilité de comparaison n'est pas considérée par l'équipe ROUGE par la suite.

Finalement, nous retenons que l'équipe ROUGE, par sa technique de calculs des deux moyennes, a pu arriver à répondre à la question statistique. Lors des séances 2 et 3, cette équipe a manifesté majoritairement la composante Générer de la dimension 3 de la PS. Par contre, il est important, selon nous, de retenir que cette équipe n'a mobilisé ni la composante Critiquer ni la composante Juger lors des séances 2 et 3 en travail d'équipe. De plus, bien que les mandats des séances 2 et 3 soient différents, une comparaison des pourcentages intracomposantes des manifestations des composantes Générer, Rechercher et Interpréter a montré que les pourcentages des manifestations de chacune de ces composantes sont similaires à la séance 2 et à la séance 3. Par ailleurs, les interventions majoritairement mobilisées par cette équipe étaient de types non justifié, justifié et métacognitif.

4. PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE JAUNE

Dans cette section, nous exposerons les données de l'équipe JAUNE. Cette équipe est composée de trois élèves, à savoir Ali, Andy et Sam. En premier lieu, nous présenterons le synopsis du travail de cette équipe, ensuite nous poursuivrons avec le bilan du codage des verbatim pour cette équipe. Nous terminerons avec une présentation du travail de l'équipe, en nous appuyant sur notre grille d'analyse.

4.1 Synopsis équipe JAUNE

Le mandat de la séance 2 était d'analyser les données et de répondre à la question statistique retenue par la classe³⁵. La technique retenue et développée par l'équipe JAUNE se résumait à calculer et ensuite à comparer la moyenne de la consommation de fruits et légumes des 8 filles avec celle des 22 garçons. Cette technique a été proposée par Ali pour la première fois tôt pendant la séance 2, vers la 10^e minute, à savoir de « faire la moyenne » pour les hommes et pour les femmes. Les deux autres membres de l'équipe sont d'accord avec cette proposition. Ainsi, une grande partie des discussions de cette équipe portait sur la validité et la prise en compte ou non des données qu'elle considérait problématiques. La particularité de cette équipe est le fait que Ali n'était pas complètement d'accord avec l'interprétation des données réalisée par Andy et Sam (à partir de la minute 15) et qu'il effectuait sa propre analyse des données et ses propres calculs des moyennes. Bien qu'il s'agisse d'une même technique, l'équipe discutait ainsi des différences

³⁵ Rappelons que la question est : « Est-ce que les filles de la classe consomment plus de fruits et de légumes par jour que les garçons? ».

et ressemblances de leurs deux manières de faire et des données ainsi obtenues de même que des résultats. Vers la fin de cette séance, l'enseignante demandait aux équipes de se pencher sur la question de la représentation graphique de leurs résultats. L'équipe JAUNE ne s'est pas encore décidée en faveur d'un type de diagramme, surtout en raison du fait que Ali n'a pas encore terminé son analyse des données.

La séance 3 se divisait en 2 parties : la première, qui a duré une vingtaine de minutes, a permis aux équipes de terminer leur analyse et/ou leur présentation des résultats. Lors de cette séance, l'équipe JAUNE discutait surtout de la validité et de la prise en compte ou non de certaines données problématiques, à savoir les « je ne sais pas ». De plus, les trois élèves se demandaient également pourquoi ni Andy ni Sam, d'une part, et ni Ali d'autre part³⁶ n'ont considéré toutes les 22 réponses des garçons de la classe dans leur liste et ainsi dans le calcul de la moyenne. Cette équipe n'a pas réalisé de graphique pour la présentation des résultats.

Nous présentons ci-après les principaux moments de travail et les techniques de l'équipe JAUNE des séances 2 et 3 sous forme d'un synopsis.

Étapes	Types de tâche, techniques et éléments de gestion didactique	Modes de travail et durée
1.	Explicitation du mandat de la SÉANCE 2 par l'enseignante et par le chercheur. Mandat: Analyser le tableau des données afin de répondre à la question statistique retenue par vote : « Est-ce que les filles	COLLECTIF

³⁶ Sam et Andy ont considéré 18 des 22 réponses, car ils laissaient de côté les trois réponses ne contenant pas de chiffres (G6, G7 et G17), ainsi qu'ils ont omis de noter la réponse G11 (« 4 ») dans leur liste. Ali, lui, a considéré 15 des 22 réponses, car il s'est arrêté à la réponse n° 22 en pensant qu'il avait déjà toutes les 22 réponses des garçons.

Étapes	Types de tâche, techniques et éléments de gestion didactique	Modes de travail et durée
	de la classe consomment plus de fruits et de légumes par jour que les garçons? ».	→ 8 min
2.	<p>Début de l'analyse des données concernant le nombre d'élèves par sexe.</p> <p>Ali propose de « regarder d'abord toutes les femmes, et ensuite regarder tous les hommes, et après ça on va faire la moyenne pour les femmes et la même affaire pour les hommes. »</p> <p>Sur une feuille, Andy et Sam réalisent une compilation en deux colonnes, l'une pour les réponses des 8 filles et l'autre pour les réponses des 22 garçons.</p> <p>Sam fournit à Ali une description plus précise de leur technique : « Ali, regarde, ici il y a une femme qui [en] mange 6, on va écrire le nombre... après il faut faire 6 femmes... ici, cette femme en mange 1, on va additionner comme ça, et après ça on va faire diviser par le nombre de femmes qu'il y a. On va prendre la calculatrice. »</p> <p>Ali annonce qu'il réalisera sa propre liste de compilation des données : « OK, vous allez faire votre dada, et moi, je vais faire le mien et on verra lequel est mieux. »</p> <p>Par la suite, Andy et Sam associent un nombre à chaque réponse des 8 filles, en calculant la somme et en divisant par 8 pour obtenir la moyenne. Ils obtiennent 3 comme moyenne. Ensuite, ils répètent la même procédure pour les 22 réponses chez les garçons. Ils ne considèrent pas les 3 réponses non quantitatives (G6, G7 et G17), et par erreur, ils oublient également la réponse G11, or ils divisent la somme par 22, alors qu'ils n'ont considéré que 18/22 réponses, et obtiennent 6 comme moyenne.</p>	<p>EN ÉQUIPES</p> <p>→ 10 min 30</p> <p>→ 14 min</p> <p>→ 15 min</p> <p>→ 18 min</p> <p>→ 23 min</p>
3.	Mise en commun.	COLLECTIF

Étapes	Types de tâche, techniques et éléments de gestion didactique	Modes de travail et durée
	<p>Le chercheur demande à ceux qui seraient sur le point de terminer leur analyse de réfléchir à la façon dont ils représenteront leurs résultats.</p> <p>L'enseignante révisé brièvement les différents types de diagrammes qu'ils ont déjà vus en classe.</p>	<p>➔ 26 min</p>
4.	<p>Ali donne son interprétation d'une réponse « je ne sais pas » : « Andy, regarde, où il est marqué « je ne sais pas », on ne va pas le compter, parce que c'est comme s'il n'en mangeait pas, il ne sait pas ce qu'il mange. On ne sait pas combien il en mange. » Et Andy lui répond : « Mais on n'est pas capables de l'identifier... » À ce moment-là, Ali note « ? » dans sa compilation pour chaque réponse non quantitative.</p>	<p>EN ÉQUIPES</p> <p>➔ 29 min</p>
	FIN DE LA SÉANCE 2	
1.	<p>Explicitation des mandats de la SÉANCE 3 par l'enseignante et le chercheur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - terminer l'analyse de données et trouver la réponse à la question, - la représenter sous forme de tableau ou encore de dessin <p>En 2e partie de la séance : les équipes ciblées présenteront leurs réponses et leurs techniques devant la classe avant de passer à une discussion générale</p>	COLLECTIF
2.	<p>Ali annonce ses résultats d'analyse à ses coéquipiers : « Les femmes en mangent 4 et les hommes en mangent 7, donc les hommes en mangent plus que les femmes... » Andy précise que c'est « en moyenne ».</p> <p>Andy demande à Ali d'expliquer plus en détail comment il est arrivé aux résultats différents de lui et de Sam. Ali précise : « J'ai trouvé 3 et 6, mais arrondis c'est 4 et 7. Toi [Andy], tu avais bon, c'est juste différent. »</p> <p>Le chercheur aborde l'équipe et demande des explications sur les deux façons de faire. Sam donne une explication aux résultats différents obtenus par les deux façons : « C'est que</p>	<p>EN ÉQUIPES</p> <p>➔ 11 min 30</p> <p>➔ 13 min 30</p>

Étapes	Types de tâche, techniques et éléments de gestion didactique	Modes de travail et durée
	<p>nous deux, on n'a pas calculé ceux qui n'ont pas répondu ici... », et Andy précise : « on n'a rien mis, mais je me rappelle qu'après on a mis le nombre de personnes... mais de toute façon, vu que les « je ne sais pas » comptent pour 0, ça ne donne pas les mêmes résultats. » Rappelons ici que Sam et Andy n'ont pas considéré les réponses non quantitatives pour calculer la somme, mais ont divisé par 22 la somme obtenue.</p>	<p>→ 15 min</p>
	<p>En recomptant les nombres de réponses dans leur liste, les élèves se rendent compte qu'ils n'ont pas considéré toutes les réponses. Andy juge qu'Ali aurait tort, car il n'a pas « pris tout le monde », mais seulement 23 des 30 réponses au total.</p>	<p>→ 19 min</p>
	<p>Ali s'oppose à l'idée de Sam et Andy de ne pas considérer les réponses non quantitatives. « Mais il faut mettre, il faut les mettre parce que ça importe comme les données, même si ça n'a pas [pour dire même si ces réponses ont la valeur de 0], c'est comme des données. » De son côté, Ali associe une valeur de « 0 » à chaque réponse non quantitative.</p>	<p>→ 22 min</p>
	<p>Ali souhaite que son équipe se mette d'accord sur une façon de considérer les réponses non quantitatives. Or, Sam et Andy maintiennent leur position en justifiant que les 0 n'influenceraient pas la valeur totale des fruits et de légumes : « En gros, les « je ne sais pas », on a mis dans le nombre de personnes, on n'a pas mis dans le gros calcul des fruits et des légumes, parce que ça ne change rien dans les fruits et légumes, ça change juste dans les personnes. » Ali argumente que « ... si on ne met pas les 0, on n'aura pas le nombre exact des données. Si on ignore les deux 0, on aura 2 données de moins. On n'aura pas la bonne réponse ». En fait, la préoccupation d'Ali est que si on n'associe pas un « 0 » à une réponse non quantitative, on risque de l'ignorer complètement dans le calcul de la moyenne (c'est-à-dire que le nombre de personnes au total par lequel on doit diviser la somme des fruits et légumes consommés par jour sera inférieur à 22).</p>	<p>→ 28 min 30</p>

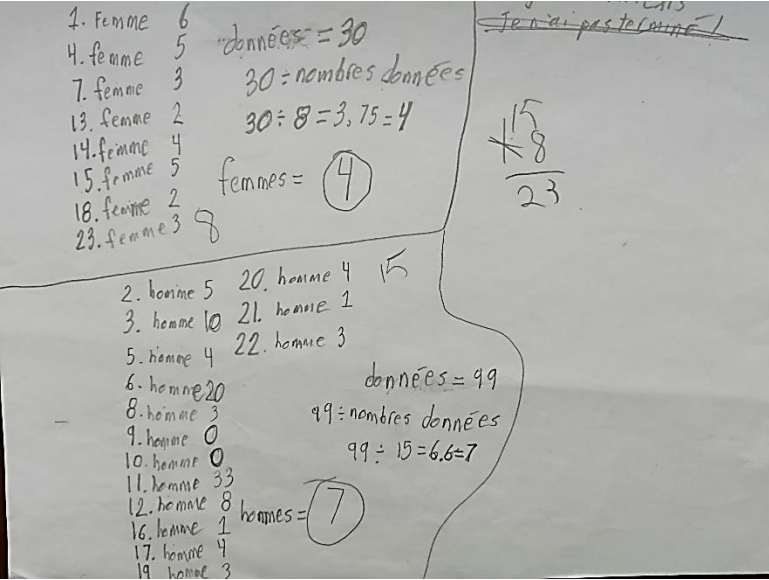
Étapes	Types de tâche, techniques et éléments de gestion didactique	Modes de travail et durée
	Jusqu'à la fin de la séance, l'équipe ne s'entend pas sur une façon unique de considérer les réponses non quantitatives.	→ 31 min
3.		
4.	Fin du travail en équipe et début de la présentation des résultats.	COLLECTIF → 32 min

Figure 11. Les calculs et résultats d'Ali

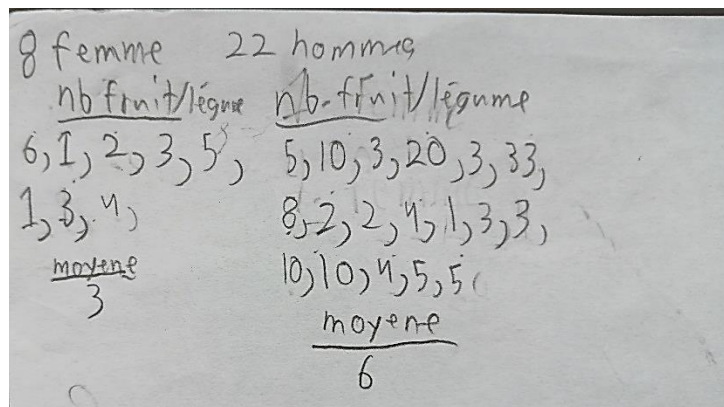


Figure 12. Les calculs et résultats de Sam et Andy

4.2 Bilan du codage de l'équipe JAUNE

Dans le tableau suivant, nous présentons pour les séances 2 et 3, les pourcentages des manifestations de l'équipe JAUNE de chacune des cinq composantes de la dimension 3 de la PS en fonction de chacun des 10 types d'interventions des pratiques critiques.

Tableau 8. Pourcentages des manifestations de l'équipe JAUNE des cinq composantes de la dimension 3 de la PS en fonction des 10 types d'interventions des pratiques critiques

SÉANCE 2

Interventions PC	Dimension 3 (PS) (cycle d'interrogation)					Équipe JAUNE
Type d'intervention des pratiques critiques	Générer (G)	Rechercher (R)	Interpréter (I)	Critiquer (C)	Juger (J)	TOTAL
1. Non justifiée (NJ)	38 (54 % de G)	10 (45.5 % de R)	2 (40 % de I)	0	2 (100 % de J)	53 (53 %)
2. Justifiée (JU)	11 (15.5 %)	1 (4.5 %)	1 (20 %)	0	0	13 (13 %)
3. Critériée (CR)	0	0	0	0	0	0
4. Éthique (ET)	0	0	0	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	0	0	0	0	0	0
6. Évaluative (EV)	1 (1.5 %)	0	0	0		1 (1 %)
7. Épistémique (EP)	1 (1.5 %)	0	0	0	0	1 (1 %)
8. Métacognitive (ME)	16 (23 %)	9 (41 %)	2 (40 %)	1 (100 %)	0	28 (28 %)
9. Autocritique (ACR)	1 (1.5 %)	0	0	0	0	1 (1 %)
10. Autocorrectrice (ACO)	2 (3 %)	2 (9 %)	0	0	0	4 (4 %)
TOTAL :	70 (69 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	22 (22 %)	5 (5 %)	1 (1 %)	2 (2 %)	100 (100 %)

SÉANCE 3

Interventions PC	Dimension 3 (PS) (cycle d'interrogation)					Équipe JAUNE
Type d'intervention des pratiques critiques	Générer (G)	Rechercher (R)	Interpréter (I)	Critiquer (C)	Juger (J)	TOTAL
1. Non justifiée (NJ)	15 (40.5 %)	13 (31 %)	7 (22.5 %)	2 (20 %)	0	37 (29 %)

2. Justifiée (JU)	8 (21.5 %)	5 (12 %)	8 (26 %)	3 (30 %)	5 (62.5 %)	29 (23 %)
3. Critériée (CR)	0	1 (2.3 %)	2(6.5 %)	0	2 (25 %)	5 (4 %)
4. Éthique (ET)	0	0	0	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	0	0	1 (3 %)	0	0	1 (0.75 %)
6. Évaluative (EV)	0	0	1 (3 %)	0	0	1 (0.75 %)
7. Épistémique (EP)	0	1 (2.3 %)	0	1 (10 %)	0	2 (1.5 %)
8. Métacognitive (ME)	12 (32.5 %)	21 (50 %)	12 (39 %)	3 (30 %)	1 (12.5 %)	49 (38 %)
9. Autocritique (ACR)	1 (2.5 %)	0	0	1 (10 %)	0	2 (1.5 %)
10. Autocorrectrice (ACO)	1 (2.5 %)	1 (2.3 %)	0	0	0	2 (1.5 %)
TOTAL :	37 (29 %)	42 (33 %)	31 (24 %)	10 (8 %)	8 (6 %)	128 (100 %)

4.3 Présentation du travail de l'équipe JAUNE

Dans cette partie, nous présenterons le travail de l'équipe JAUNE à la lumière de notre grille d'analyse. Notre but est de décrire en détail, d'une part, sa technique de la moyenne et, d'autre part, sa discussion sur la prise en compte des réponses non quantitatives. Cette description se fera grâce à des extraits de verbatim sélectionnés selon leur pertinence à l'égard de la dimension 3 de la PS avec ses cinq composantes, à savoir générer, rechercher, interpréter, critiquer et juger. Le codage des verbatim a été réalisé à l'aide de l'observation de la mobilisation d'un ou de plusieurs types d'intervention de pratiques critiques (Gagnon, 2011a), comme une intervention non justifiée, justifiée, critériée, éthique, contextuelle, évaluative, métacognitive, épistémique ou encore autocritique et autocorrectrice.

4.3.1 Recours à la moyenne de l'équipe JAUNE

Même avant d'observer plus en détail la liste de compilation des données, Ali a proposé à ses coéquipiers la technique de la moyenne pour répondre à la question statistique retenue pour

leur classe. Cette proposition, à savoir de « prendre toutes les femmes... et regarder les hommes... et après ...faire la moyenne pour les femmes et la même affaire pour les hommes », est réalisée tôt au début de la séance 2, vers la 10^e minute, avant même que les élèves aient jeté un coup d'œil sur les colonnes des réponses aux deux questions du sondage qui sont croisées dans la question statistique. Plus précisément, Ali a proposé à son équipe de calculer et ensuite de comparer la moyenne de la consommation de fruits et légumes des 8 filles avec celle des 22 garçons. Cette technique faisant référence à une moyenne a été identifiée et exposée dans notre analyse a priori en tant que sous-technique 1.1.1 Moyenne de toutes les filles (8), comparée à la moyenne de tous les garçons (22).

Qui	SÉANCE 2, Verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)
			Générer
Ali	Je sais ce qu'on peut faire. On va peut-être prendre toutes les femmes... attends, regarde, j'ai une idée, on va prendre les femmes ici, on va checker toutes ici, attends, Andy, check ici, on va regarder les hommes ... et après ça on va faire la moyenne pour les femmes et la même affaire pour les hommes. Es-tu d'accord, [Andy]?	10 min 30	NJ-ME
Andy	Tu veux faire la moyenne... [il prend la feuille contenant la compilation des données]. Tu n'as qu'à prendre ça et tu détaches ça, [l'agrafe], pour mettre les deux [colonnes] ensemble. [Il détache par lui-même l'agrafe].	11 min	NJ-ME
Sam	Après ça, on peut les rebrocher, c'est ça? ...	11 min 30	
C	<i>Ça va ici? Qu'est-ce que vous êtes en train de faire?</i>		
Ali	Moi, j'ai proposé qu'on regarde toutes les lignes qui ont le sexe des femmes, après on regarde les heures de tablettes... admettons on va voir pour une ligne, et après ça pour toutes les lignes et après ça on va faire la moyenne.	12 min	NJ-ME
Sam	On va faire la moyenne...		NJ-ME

Qui	SÉANCE 2, Verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)
			Générer
C	<i>La moyenne, ok... ok... tout le monde est d'accord avec ça? C'est votre stratégie de faire la moyenne?</i>		
Ali	J'espère que ce sont des heures... [mot inaudible].		NJ

Selon la définition de la composante Générer, au début de l'analyse des données, les élèves mobilisent leurs connaissances en statistique pour que les données aient un sens et ils tentent d'appliquer ou de développer une technique qui leur permettrait de répondre à la question statistique.

Ce passage montre qu'au début de la séance, cette équipe mobilise la composante Générer et ne manifeste pas de tendance critique. Les manifestations sont de type non justifié, dont quatre sont également de type métacognitif. Pour répondre à la question statistique, Ali a mobilisé par lui-même une technique qu'il connaît déjà en statistique qui est le calcul de la moyenne. Il ne justifie pas ses propos, mais néanmoins, il décrit et développe en détail et correctement son « idée » de technique. Les cinq manifestations non justifiées nous indiquent que l'équipe est en train de proposer de manière spontanée une technique qui peut les aider à répondre à la question. Quatre de ces cinq manifestations sont également de type métacognitif et nous montrent que l'équipe, et ici surtout Ali, sur l'intervention du chercheur, est en mesure d'expliquer de manière assez détaillée la façon dont ils procéderont avec cette technique. Néanmoins, Ali a omis de mentionner qu'il faut additionner les données pour obtenir le total et diviser par la suite par le nombre des données considérées au total pour obtenir une moyenne.

Remarquons qu'à la minute 12, sous l'intervention du chercheur, Ali a montré qu'il voulait comparer « les heures de tablettes », et non ce qui a été demandé, à savoir le nombre de fruits et de légumes consommés quotidiennement par les élèves de la classe. Ceci souligne le fait qu'Ali a proposé la technique du calcul de la moyenne avant même de considérer les données en détail ou avant d'en avoir discuté avec ses coéquipiers, ou encore même d'avoir une idée claire de la question à laquelle il doit répondre. Par la suite, nous verrons que ses coéquipiers lui précisent qu'ils doivent considérer la question des fruits et légumes et non des heures de tablette. Ali ajuste son tir avec une intervention de type métacognitif :

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)	
			Générer	Rechercher
Ali	Ah oui, on calcule les fruits et les légumes, d'accord, ok.		ME	
Andy	[Il place les deux feuilles pour que les deux colonnes (de sexe et des fruits et légumes) soient juxtaposées]. Voilà, maintenant tu vois lesquels sont les hommes et lesquelles sont des femmes... le premier c'est une femme et elle en mange 6.		JU	
Sam	Ok [Ali], écris « 6 ».		info	
Andy	Non, mais pourquoi tu écris plusieurs femmes?			NJ-ME
Ali	Non, mais je calcule les numéros, regarde une femme... [il pointe la colonne des réponses sur le « sexe »]. 1; 2; 3; 4.	13 min 30	NJ-ME	
Sam	Regarde, Ali, [il prend la feuille de l'équipe et commence à prendre des notes].			
Andy	Il faut savoir combien de femmes on a pour faire une moyenne, mais il ne faut pas compter combien mange chaque femme.		JU	
Sam	Ali, regarde. Ici il y a une femme et combien elle mange de légumes, 6...	14 min	info	
Andy	1...2...3...4...5...6... [il compte à haute voix le nombre de filles].			
Sam	Regarde... attends...			
Andy	... il y en a 8, des filles...		JU	
Sam	Ali, regarde, ici il y a une femme qui [en] mange 6, on va écrire le nombre... après il faut faire 6 femmes... ici, cette femme en mange 1, on va additionner comme ça, et après ça on va faire diviser par le nombre de femmes qu'il y a. On va prendre la calculatrice.	14 min 30	JU-ME	
Andy	Oui...			
Ali	Ok, vous allez faire votre dada, et moi, je vais faire le mien et on verra lequel est mieux.	15 min	NJ-ME	

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

Dans ce passage, l'équipe commence à aborder de front les données qui concernent la question statistique à résoudre, et développe sa technique de la moyenne. Ils débutent avec les données des filles. Nous avons codé neuf manifestations de la composante Générer, dont deux

servaient une vérification des données³⁷, trois de type justifié et une de type métacognitif, deux de types non justifié et métacognitif et une intervention est de types justifié et métacognitif.

Andy explique à Ali, de manière justifiée, que lorsque l'équipe place les deux colonnes de réponses l'une à côté de l'autre, elle sera en mesure d'associer à chacune des 30 réponses, selon le sexe, un nombre de fruits et de légumes consommés. Ali commence par établir une liste des réponses des filles en numérotant les réponses d'après le sexe selon un ordre cardinal³⁸. Avec deux interventions justifiées, Andy explique à Ali qu'il faut connaître le nombre total de filles, à savoir huit, pour trouver la moyenne de la consommation quotidienne des fruits et légumes des filles de leur classe. Quant à Sam, grâce à une intervention justifiée et métacognitive, il explicite les étapes que son équipe devra suivre pour arriver à trouver la moyenne pour les filles. Il s'agit de noter pour chaque fille la quantité de fruits et de légumes indiquée comme réponse, ensuite d'additionner chacune de ces quantités et de « diviser par le nombre de femmes qu'il y a ». Or, par une intervention à la fois non justifiée et métacognitive, Ali annonce à ses coéquipiers qu'il fera des calculs des moyennes à sa façon et après ils vont comparer les résultats obtenus.

b) *Description des manifestations de la composante Rechercher*

³⁷ Cette catégorie ne représente pas l'un des types d'interventions de pratiques critiques selon Gagnon (2010). Il s'agit plutôt des précisions ou une vérification réalisées au niveau intraéquipe se rapportant à des informations figurant parmi les données.

³⁸ Ali a noté « 1. Femme » et « 4. Femme » sur la feuille, ce qui signifie que la première réponse vient d'une fille, ensuite la 4^e réponse vient d'une fille, etc. Remarquons son erreur de comptage ici, car la deuxième réponse qu'une fille n'est pas la 4^e réponse dans la liste, mais la 5^e réponse sur 30 réponses au total.

La seule manifestation de la composante Rechercher dans cet extrait est de types non justifié et métacognitif. En effet, Andy cherche à savoir auprès d'Ali pourquoi il a noté la réponse de plusieurs filles en même temps dans sa liste. Il ne précise pas ce qu'il recherche précisément, car pour pouvoir calculer la moyenne pour les filles, il faut noter toutes les réponses des filles afin de les additionner et diviser par le nombre de réponses. Nous supposons qu'Andy cherche davantage à ce qu'Ali explicite sa façon de procéder à ses coéquipiers.

Dans l'extrait de verbatim suivant, nous observons comment Andy et Sam procèdent pour trouver la moyenne pour les huit filles et ensuite la moyenne pour trouver les 22 garçons. Pour ce court extrait de deux minutes environ, nous avons codé quatre manifestations de la composante Générer, trois manifestations de la composante Rechercher et deux manifestations de la composante Interpréter :

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)		
			Générer	Rechercher	Interpréter
Andy	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8. [Il compte le total des données pour les filles].				
Sam	[Il prend sa calculatrice]. Dis-moi les chiffres. Comme ça je vais les additionner en même temps.	17 min 30	ME		
Andy	6; 1; 2; 3; 5; 1; 3; 4...			Info/ Dénombrement	
Sam	6; 1; 2; 3; 5; 1; 3; 4... et il y a combien de nombres?			info	
Andy	Huit.			info	
Sam	Divisé par huit femmes. Quoi?...			ME	
	[Andy prend la calculatrice des mains de Sam et regarde le résultat].	18 min			
Andy	Ben, arrondi, ça fait 3.				NJ
Sam	Oui, 3.				ME
Andy	[Il écrit « moyenne ... 3 » sur leur feuille] ... donc maintenant pour les gars.		ME		
Sam	Ok, hommes.		ME		

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

Les quatre manifestations de la composante Générer, dont trois sont des interventions de type métacognitif, permettent à l'équipe d'avancer grâce à sa technique de la moyenne et de trouver que la moyenne pour les huit filles est de 3 (3,125 qui est arrondi à 3). En effet, Andy et Sam notent une seule valeur quantitative à chaque réponse des filles, pour les additionner et ensuite diviser par 8 pour trouver la moyenne.

b) *Description des manifestations de la composante Rechercher*

Les trois manifestations de la composante Rechercher montrent que Andy et Sam trouvent et vérifient qu'il s'agit bien de huit réponses au total chez les filles, donc ils doivent diviser la somme trouvée pour les filles par 8.

c) *Description des manifestations de la composante Interpréter*

En obtenant 3,125 avec la calculatrice (25 divisé par 8), Andy et Sam s'entendent sur une moyenne de 3 une fois ce résultat arrondi. Il est intéressant de constater que ces élèves interprètent le résultat de façon à garder un nombre entier, alors qu'ils auraient pu garder tel quel le résultat exact de 3,125 en disant qu'en moyenne, les 8 filles de la classe mangeraient un peu plus que 3 fruits et légumes par jour selon leurs réponses au sondage.

Dans l'extrait suivant, nous observerons comment Sam et Andy calculent la moyenne pour les garçons, et ce, sur l'intervention du chercheur au début de cet extrait. Nous pouvons y observer

que quatre composantes de la dimension 3 de la pensée statistique seront mobilisées, à savoir Générer (une fois), Rechercher (deux fois), Interpréter (deux fois), et Juger (deux fois).

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)			
			Générer	Rechercher	Interpréter	Juger
C	<i>Bon vous avez continué. Vous êtes rendus où?</i>					
Sam	La moyenne des filles pour les fruits et légumes, c'est 3 par jour.	21 min				info
C	<i>Vous avez calculé une moyenne, ok.</i>					
Sam	Je vois que les hommes, on mange plus de légumes...				NJ	
C	<i>Ah oui?</i>					
Sam	À voir comme ça, on va dépasser les 30 légumes.				JU	
C	<i>Ah oui?</i>					
Sam	Tu ne vas pas me croire, mais...					
C	<i>Ok, ici vous avez une moyenne de 3... peut-être vous pouvez réfléchir à comment représenter vos résultats pour les présenter devant la classe. Vous avez déjà vu des graphiques peut-être, des graphiques en statistique, ou pas? Ou bien une manière de représenter ça. Ok?</i>	21 min 30				
Sam	Ok.					
Andy	Ok, donc, moyenne filles... 3. Moyenne gars 20600 [il semble faire une blague ici].					NJ
Sam	Allez, je suis prêt [avec la calculatrice].		ME			
Andy	5; 10; 3; 20; 3; 55; 8; 2; 2... c'est fois le 2...; 4; 1; 3; 3; 10; 10; 4; 5; et un autre 5. Voilà, c'est tout.					
	[Sam additionne en même temps les nombres dans sa calculatrice].					
Sam	Le nombre de gars?			info		
Andy	Le nombre de gars, c'est 22.			info		
Sam	La moyenne c'est 6.	23 min	info ³⁹			

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

Comme Andy et Sam ont déjà trouvé la moyenne de 3 pour les filles quelques minutes plus tôt, ils mobilisent la même technique pour trouver maintenant la moyenne pour les 22 garçons de

³⁹ C'est 6 parce qu'il a divisé la somme par 22 et a arrondi.

la classe. Dans cet extrait, la composante Générer se manifeste par une intervention d'ordre informatif de Sam, au moment où ils obtiennent 6 comme moyenne pour les garçons, après avoir divisé par 22 la somme (qui est 131) des données retenues dans leur liste concernant les réponses des garçons. Soulignons le fait qu'il s'agit d'une erreur de calcul de la part de Sam et d'Andy, car leur compilation ne totalise que 18 données et non 22 pour les réponses des garçons. En effet, ces derniers ont choisi de ne pas considérer les trois réponses qualitatives sans données (G6; G7 et G17) et ils ont oublié de noter dans leur compilation la réponse G11 (« 4 »). Or, avec un calcul exact, à savoir 131 divisé par 18, ils obtiennent alors 7,3 comme moyenne pour les garçons, et non 6. Cette erreur sera discutée entre Sam, Andy et Ali à la séance 3.

b) *Description des manifestations de la composante Rechercher*

Pour pouvoir calculer la moyenne pour les garçons, Sam demande à Andy de lui fournir le nombre de réponses des garçons. Andy lui fournit cette information par une intervention non justifiée. Comme mentionné précédemment, Andy fournit le nombre total (22) de réponses des garçons de la classe au sondage, mais pas le nombre de réponses retenu par lui et Sam, qui est de 18.

c) *Description des manifestations de la composante Interpréter*

Sur l'intervention du chercheur, qui aborde la question de la technique de la moyenne chez l'équipe, Sam donne une interprétation non justifiée à deux reprises dans cet extrait de ce qui devrait être retenu comme résultat pour la moyenne des garçons. Il pense d'abord, en regardant les données retenues, mais sans avoir calculé, que les garçons consommeraient quotidiennement plus

de légumes et de fruits que les filles de la classe, et précise que cette quantité dépassera « les 30 légumes⁴⁰ ». Il ne justifie pas son interprétation ni le nombre avancé de 30.

e) *Description des manifestations de la composante Juger*

À deux reprises dans cet extrait, dont une fois Sam et une fois Andy, l'équipe manifeste sa conclusion qu'en moyenne les filles de leur classe consomment 3 fruits et légumes par jour. Cette conclusion est basée sur le calcul de la moyenne qu'ils ont réalisé jusqu'au moment où le chercheur intervient auprès de l'équipe pour demander où ils sont rendus dans leur travail d'équipe.

Comme nous pouvons observer dans l'extrait suivant de la séance 3 où l'équipe discute de la moyenne, bien qu'il s'agisse d'une même technique, l'équipe discute des différences et ressemblances de leurs deux manières de faire et des données de même que des résultats obtenus. Lors de cette séance, Ali compare avec ses coéquipiers leur manière respective de procéder.

Qui	SÉANCE 3, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)			
			Générer	Rechercher	Interpréter	Juger
Ali	Bon, j'ai fini de calculer, regarde, ça, ce sont des femmes, et ça, ce sont des hommes. ... Ça, ce sont des femmes, et ça, ce sont des hommes. Les femmes en mangent 4 et les hommes en mangent 7, donc les hommes en mangent plus que les femmes... [Il pointe ses résultats obtenus].	11 min 45				CR
	<i>[Sam et Andy parlent des éléments non mathématiques, Ali finalise le calcul des résultats].</i>					
Ali	[Il finit ses calculs]. Les hommes en mangent 7 et les femmes en mangent 4.					JU
Andy	En moyenne oui.					JU

⁴⁰ Il veut dire « 30 fruits et légumes », mais a oublié de mentionner « fruits ».

Qui	SÉANCE 3, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)			
			Générer	Rechercher	Interpréter	Juger
Ali	C'est ça, regarde, tout ça te donne 30 [au total pour les filles]. Et combien de femmes il y en a? 8. Et 30 divisé en 8 ça fait 3,75. Arrondi c'est 4. Et c'est la même chose pour ça [Il encercle la partie de ses notes pour les garçons] ... alors maintenant, il faut trouver comment on va faire le diagramme...	13 min 30			CR ME	
Andy	Mais tu dois expliquer comment tu as trouvé ça. [Il pointe les résultats d'Ali].			ME		
Ali	Attends, on regarde ça. Ah non, tu as trouvé « 3 » ici. [Il désignait la moyenne trouvée pour les filles par Andy et Sam].	14 min		ME		
Sam	Ce n'est pas grave.		NJ-EV			
Andy	Tu as trouvé 4 et 7.				info	
Ali	J'ai trouvé 3 et 6, mais arrondis, c'est 4 et 7 ⁴¹ . Toi, [Andy], tu avais bon, c'est juste différent.				JU-ME	
Andy	Mais nous aussi on a arrondi.				NJ-ME	

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

Lorsque Ali annonce ses résultats obtenus pour les garçons (7) et pour les filles (4), Andy ajoute l'information importante qu'il s'agit de moyennes. Cependant, nous savons que ce dernier et Sam ont déjà trouvé de leur côté les moyennes de 3 pour les filles et de 6 pour les garçons vers la fin de la séance 2.

Un peu plus tard, quand Ali mentionne qu'il y a une différence entre ses résultats et ceux de Sam et d'Andy, Sam affirme, et ce, de manière non justifiée, que « ce n'est pas grave ».

⁴¹ Les élèves situent ici la différence au niveau de l'arrondissement alors que dans les faits, elle se situe ailleurs (plutôt au niveau des données incluses dans le calcul).

Probablement, cette intervention veut dire que 4 ou 3 comme moyenne pour les filles, ce n'est pas une différence significative comme résultats.

b) Description des manifestations de la composante Rechercher

Vers la 14^e minute, et après avoir écouté Ali présenter ses résultats, Andy cherche à approfondir, avec une intervention de type métacognitif, de quelle façon Ali a procédé précisément pour arriver à ses résultats. En quelque sorte, il réfléchit à voix haute sur la manière de faire d'Ali, possiblement pour comparer avec leur façon de faire. Ali répond à Andy à travers une intervention de type métacognitif. Pour un instant, il semble vouloir le travail d'équipe pour pouvoir expliciter ses propos. Or, Ali ne fournit pas d'explications sur sa façon de faire.

c) Description des manifestations de la composante Interpréter

Dans cet extrait, les trois élèves manifestent à plusieurs reprises la composante Interpréter dans leurs discussions sur les résultats obtenus de manière différente. Ali, avec une intervention critériée, explique qu'il a arrondi à 4 le résultat obtenu. Remarquons d'un côté qu'Ali n'a pas expliqué son choix d'arrondir à 4 la moyenne obtenue pour les filles ni à 7 la moyenne obtenue pour les garçons. De l'autre côté, les résultats d'Ali sont plus proches des résultats que nous avons obtenus dans l'analyse a priori de cette tâche que ceux de Sam et d'Andy (3 et 6); ils sont même identiques une fois arrondis. Remarquons toutefois qu'Ali n'a pas utilisé les mêmes données que nous pour calculer sa moyenne dans notre analyse a priori.

Un peu plus tard, Andy et Ali discutent brièvement de leurs résultats. De façon non justifiée, Andy rappelle à Ali qu'il a trouvé 4 et 7 comme résultats. Ali apporte alors une précision avec une intervention justifiée et métacognitive qu'il a trouvé « 3 et 6 », mais il les a arrondis à « 4 et 7 ». Il est intéressant d'observer qu'il y ajoute une précision en disant que leurs résultats seraient tous « bons », mais « différents ». Andy précise également que leurs résultats de 3 et 6 sont en fait aussi 2 nombres entiers.

e) *Description des manifestations de la composante Juger*

À deux reprises et de façon justifiée, Ali conclut que selon ces deux résultats, les garçons mangent plus de fruits et de légumes que les filles. Nous pouvons remarquer qu'Ali a tendance à se manifester de manière justifiée, et ce, plus souvent que ses coéquipiers.

4.3.2 *Discussion sur la prise en compte des réponses non quantitatives*

Rappelons que parmi les 22 réponses chez les garçons, les réponses G6, G7 et G17 étaient « je ne sais pas » ou « ? » et ne contenaient donc aucune valeur ou indication numérique. Ces trois réponses ne permettaient pas aux élèves d'y associer une valeur. Nous avons prévu alors que lorsque les élèves abordaient ces réponses lors de leur analyse, soit ils ne considèrent pas du tout ces réponses, et seulement traiter les 19 autres, soit ils décident de considérer ces trois réponses en leur attribuant une valeur nulle.

Pendant son travail, l'équipe JAUNE a discuté de la question de la prise en compte de ces réponses non quantitatives. Nous présentons par la suite en détail cette discussion.

Dans la brève séquence sélectionnée ci-dessous, nous allons observer les premiers moments et réactions de l'équipe JAUNE abordant les trois réponses non quantitatives⁴² (G6, G7, G17). Ici, nous avons codé 5 interventions de la composante Générer et une intervention de la composante Rechercher.

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)	
			Générer	Rechercher
Ali	Mais ce n'est pas comme ça qu'il faut faire...		EV	
Andy	Non, mais il ne dit pas un chiffre précis.		EP	
Sam	Mais ici il y a un point d'interrogation.		JU	
Andy	Oh, ça, ça doit être moi, attends. [Il enlève la main de Sam du tableau] ... 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9. Ah oui, c'est moi...		ME	
Ali	... il faut calculer la moyenne des filles et la moyenne des gars, et on va savoir c'est quelle moyenne la plus grande, comme ça, on va savoir si c'est la moyenne des filles ou la moyenne des gars qui gagne.		JU-ME	
Sam	« Je ne sais pas » ... « 30 légumes et 3 fruits ». 33... au total... 8... 1 ou 2... [Andy note « 2 » dans leur liste] ... 2... 4...	19 min 30		NJ

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

Nous portons ici un regard sur le travail de nettoyage de données chez les garçons de Sam et d'Andy, commenté par Ali à quelques reprises. Nous pouvons observer une manifestation d'Ali contestant directement le fait de ne pas retenir les données non quantitatives par Andy et Sam. Ces derniers justifient leur décision en affirmant qu'il s'agit des données qui ne fournissent pas de « chiffre précis ». Ils semblent indiquer implicitement qu'ils ne considéreraient seulement que les

⁴² Cette équipe était en train de procéder à un « nettoyage » des 22 réponses chez les garçons. Elle passait en revue les réponses, une par une, par ordre de leur apparition dans la compilation. Cette séquence débute avec l'opposition d'Ali à ses coéquipiers du fait que ces derniers n'associeraient aucune valeur aux réponses non quantitatives et les ignoraient dans leur liste de données nettoyées.

données quantitatives du sondage. Andy, par une intervention de type métacognitif, ajoute l'information que le répondant qui mettait un point d'interrogation comme réponse était lui. Or, comme cette réponse n'a pas été retenue, cette information n'apporte rien aux calculs qu'ils feront par la suite. De son côté, Ali insiste sur l'importance de tenir compte de l'ensemble des 22 réponses des garçons du sondage. Il semble pointer ici une comparaison possible des données extrêmes, et une comparaison des moyennes une fois obtenues, afin de savoir finalement si les garçons ou les filles vont « gagner », c'est-à-dire manger plus de fruits et de légumes par jour.

b) Description des manifestations de la composante Rechercher

Une seule manifestation de la composante Rechercher est observable dans cet extrait, à travers l'intervention non justifiée de Sam qui, en travaillant avec Andy, l'aide à faire le nettoyage des données.

Vers la fin de la séance 2, Ali et Andy abordent davantage, mais brièvement la question de la considération des données non quantitatives. Ali donne son interprétation d'une réponse « je ne sais pas » :

Qui	SÉANCE 2, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)	
			Interpréter	Critiquer
Ali	Andy, regarde, où il est marqué « je ne sais pas », on ne va pas le compter, parce que c'est comme s'il n'en mangeait pas, il ne sait pas ce qu'il mange. On ne sait pas combien il en mange.		JU-ME	
Andy	Mais on le compte comme personne, mais on ne met pas le « 0 » ...	29 min		NJ-ME

Dans la manifestation de la composante Interpréter d'Ali, nous pouvons observer deux manières différentes de considérer une réponse telle que « je ne sais pas ». D'un côté, Ali propose de ne pas la compter dans leur compilation, ce qui signifie que cette dernière n'apparaîtra pas dans le calcul de la moyenne. De l'autre côté, l'explication « c'est comme s'il n'en mangeait pas » suggère que cette personne en mangerait 0. Or « manger zéro fruit et légume » influencerait le calcul de la moyenne, car cette réponse compterait pour une donnée « 0 », ce qui est différent de ne pas la considérer du tout. La manifestation de la composante Critiquer de la part d'Andy souligne la technique de l'équipe, à savoir de ne pas noter toute réponse non quantitative, mais de considérer la personne qui a répondu dans le calcul de la moyenne (« on le compte comme [une] personne »).

À la séance 3, l'équipe poursuit la discussion sur la prise en compte des réponses non quantitatives :

Qui	SÉANCE 3, verbatim	Épisode	Dimension (PS)	
			Générer	Critiquer
C	<i>Et quelle était votre réponse? Il faut que vous notiez votre réponse, non? Vous avez encore du temps, réfléchissez à une réponse. Vous avez deux réponses ici.</i>			
Sam	J'ai trouvé l'erreur.		NJ-ME	
C	<i>Il y a une erreur? C'est intéressant ce que tu dis, qu'il y aurait une erreur.</i>			
Sam	C'est que nous deux, on n'a pas calculé ceux qui n'ont pas répondu ici...		JU-ME	
Andy	Ben... en fait, ce qu'on a mis pour le nombre de choses... on n'a rien mis, mais je me rappelle qu'après on a mis le nombre de personnes... mais de toute façon, vu que les « je ne sais pas » comptent pour 0, ça ne donne pas les mêmes résultats, ... vu que...		JU-ME	

Qui	SÉANCE 3, verbatim	Épisode	Dimension (PS)	
			Générer	Critiquer
Ali	Attends, mais ici vous n'aviez pas 22 gars. Si on compte ici, il y a 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15. Regarde dans le diagramme [la compilation des données], il y en a 15.	18 min		JU-ME
Andy	Non, mais ça, ce n'est pas le nombre de personnes, c'est le nombre de fruits [et de légumes].		ACR	
	<i>[Ils examinent de plus près ce qu'ils ont écrit pendant la séance 2].</i>			

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

Sur une intervention du chercheur qui les questionne sur la différence entre les deux résultats obtenus par l'équipe JAUNE, Sam annonce qu'il aurait détecté l'erreur de leur équipe. Il poursuit en justifiant que lui et Andy ont écarté « ceux qui n'ont pas répondu » (c'est-à-dire les trois réponses qualitatives chez les garçons). Son coéquipier Andy explique davantage leur technique, avec une intervention justifiée et métacognitive, tout d'abord en répétant qu'ils ont laissé de côté les réponses non quantitatives, mais ensuite en amenant la nouvelle idée « que les « je ne sais pas » comptent pour 0, ça ne donne pas les mêmes résultats ». En statistique, il est différent d'écarter une réponse des calculs (ceci réduit en même temps le nombre total de réponses de 1 pour chaque réponse écartée) ou de la compter pour une valeur de 0 dans les calculs (ce qui conserve en revanche le nombre total des réponses, mais influencera la somme des valeurs). De plus, nous ne savons pas non plus de quels résultats il s'agit.

d) *Description des manifestations de la composante Critiquer*

Dans cet extrait, nous observons une seule manifestation de la composante Critiquer, avec une intervention de types justifié et métacognitif. C'est au milieu de la discussion sur la prise en compte des données non quantitatives qu'Ali découvre par hasard sa propre erreur à savoir qu'il n'a considéré que 15 des 22 réponses des garçons dans leur liste. Or, à ce moment-ci, il est convaincu que ce sont ses coéquipiers qui auraient fait l'erreur. Ali justifie en pointant les notes de ses coéquipiers et en recomptant le nombre dans cette liste. Remarquons ici le fait qu'Ali a vérifié par lui-même le travail de ses coéquipiers de même que son travail et a détecté cette erreur. C'est un peu plus tard, en se penchant sur les deux listes, que les élèves découvriront qu'Ali n'a pas complété sa liste des valeurs des garçons, mais qu'il s'est arrêté à la réponse numéro 22⁴³, donc n'a ainsi que retenu 15 réponses sur 22 des garçons. Néanmoins, pour le calcul de la moyenne, Ali a divisé la somme par 15 (et non par 22 comme ses coéquipiers).

Dans la discussion ci-après de l'équipe JAUNE, Ali n'est pas d'accord avec l'idée de ses coéquipiers de ne pas considérer les réponses non quantitatives. De son côté, Ali associe une valeur de « 0 » à chaque réponse non quantitative. Ainsi, la prise en compte des données non quantitatives est au cœur du débat de l'équipe JAUNE.

Qui	SÉANCE 3, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)		
			Rechercher	Interpréter	Critiquer
Ali	Ça ne donne pas 30 [le total des réponses au sondage]. Même ici, ça ⁴⁴ ne donne pas 30.	22 min 30			ME

⁴³ Probablement Ali a confondu réponse numéro 22 du sondage et 22 réponses chez les garçons dans le sondage. Ainsi, quand il a noté « 22. » dans sa liste de compilation, il s'est arrêté.

⁴⁴ Avec « ça » Ali désigne ici le total des réponses retenues par Andy et Sam dans leur liste de compilation finale afin d'en calculer les moyennes pour les filles et les garçons.

Qui	SÉANCE 3, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)		
			Rechercher	Interpréter	Critiquer
Sam	Tu sais pourquoi? On n'a pas mis les « 0 ». On n'a pas mis ça... ça ⁴⁵ ...		JU-ME		
Andy	Tous les « je ne sais pas » ... les ...		ME		
Ali	Mais il faut mettre, il faut les mettre parce que ça importe comme les données, même si ça n'a pas [pour dire même si ces réponses ont la valeur de 0], c'est comme des données.			JU-EP	
Sam	Est-ce que toi, tu les as mis?	23 min	ME		
Ali	Mais oui, je les ai mis.		NJ		
Sam	Et tu arrives à 23? ... on ne les a pas mis, et on n'arrive pas [à 23] ⁴⁶ .		ME		

b) *Description des manifestations de la composante Rechercher*

Dans cet extrait, nous avons codé 5 manifestations de la composante Rechercher, dont quatre sont des interventions de type métacognitif et une est de type non justifié. L'équipe cherche à vérifier l'information dans le but de voir s'ils trouvent un terrain d'entente sur la question de la prise en compte des trois réponses non quantitatives des garçons. Ils exposent leur façon de faire à l'autre. Ainsi, nous savons que Sam et Andy n'ont pas pris en compte les réponses « je ne sais pas », alors qu'Ali les aurait prises en compte dans ses calculs. Cependant, Sam conteste ce propos non justifié d'Ali en argumentant qu'Ali n'aurait considéré que 23 données en tout (8 réponses des filles et 15 réponses des garçons), ce qui suggère qu'il aurait omis de prendre en compte plusieurs réponses chez les garçons.

c) *Description des manifestations de la composante Interpréter*

⁴⁵ Il pointe les réponses qualitatives du sondage.

⁴⁶ Pour les sommes, une partie de la différence s'explique aussi par le fait que les deux sous-équipes n'ont pas nettoyé leurs données de la même façon (et que les valeurs ne sont pas identiques).

À travers la seule manifestation de la composante Interpréter que nous avons codée dans cette section, Ali explicite, de manière justifiée, à ses coéquipiers comment il considère les réponses non quantitatives. Même si sa justification n'est pas terminée, il est en mesure d'argumenter que selon lui, toute réponse devrait être considérée dans les calculs, d'une manière ou d'une autre, pour obtenir la moyenne. L'idée qu'il défend, dans sa technique, est de préserver la même quantité de réponses au total, et que si une réponse n'est pas traitable, il y attribue une valeur de 0.

d) *Description des manifestations de la composante Critiquer*

Dans cet extrait, nous pouvons voir qu'Ali émet une critique, à travers une intervention de type métacognitif, à l'encontre du fait qu'au total, ses coéquipiers n'ont pas considéré toutes les 30 réponses obtenues du sondage. Cette critique a été émise dans le contexte de leur discussion sur la question de la pertinence de considérer les réponses non quantitatives, et également sur le fait qu'aucun d'eux n'a pris en compte toutes les 30 réponses du sondage.

Dans l'extrait suivant, qui fait suite à l'extrait précédent, le chercheur aborde l'équipe et questionne ses membres sur leurs techniques et sur le traitement des réponses non quantitatives. Nous y avons codé une manifestation de la composante Générer et six manifestations de la composante Interpréter.

Qui	SÉANCE 3, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)	
			Générer	Interpréter
C	<i>Et, qu'avez-vous fait jusqu'ici? Avez-vous préparé vos résultats [pour la présentation]?</i>	23 min 30		

Qui	SÉANCE 3, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)	
			Générer	Interpréter
Sam	Jusqu'à date, ici, on n'a pas mis tout ça [les réponses qualitatives]. [Il pointe la compilation des données].		NJ-ME	
Ali	Les « je ne sais pas », est-ce que ça compte comme des données?		Demande info à une autorité informative	
C	<i>Est-ce que c'est moi qui décide? Ou ce sont les données qui vont te dire ça? Est-ce que c'est ça les statistiques? Qui décide en statistique?</i>			
Sam	Parce que Ali, il a calculé tous les « je ne sais pas » et tout ça...			ME
C	<i>Ok, ça m'intéresse, ici toi [Ali], tu as mis des points d'interrogation, mais dans les nombres, cela devient quoi? Zéro?</i>			
Ali	Ça, c'est zéro oui.			NJ
C	<i>Ok, donc les « je ne sais pas » ou points d'interrogation pour toi, ça donne 0. Et tu les as comptés comme une réponse.</i>	24 min 30		
Sam	Lui, il a, en tout, 23 personnes, mais au total il y en a 30.			JU-ME
C	<i>Oui, avec 22 gars c'est ça?</i>			
Sam	Il y en a 22, mais lui, au total, il en a calculé 23 personnes. Nous, au contraire, on n'a pas mis les « je ne sais pas » ...			ME
C	<i>Vous aviez 22 hommes et 8 femmes. Ok.</i>			
Andy	Oui.			
Sam	On en a un peu moins, parce qu'on n'a pas calculé les « je ne sais pas »			JU-ME
Andy	On n'a pas mis les « je ne sais pas » dans ces chiffres-là, mais ils sont dans la liste qu'on n'a pas comptée.	25 min		ME

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

Il est intéressant de constater dans cet extrait qu'Ali semble profiter de la présence du chercheur auprès de leur équipe pour tenter de valider sa façon de considérer les réponses de type « je ne sais pas ». Il posait la question directement au chercheur, qui représente possiblement pour lui une personne d'autorité ou un expert, et qui pourra trancher à leur place et leur dire laquelle des deux façons de faire est valide. Cette question d'information formulée envers une autorité

informative (ici, le chercheur) nous donne un indice intéressant de son rapport à la tâche mathématique et possiblement nous indique une conséquence du contrat didactique.

c) *Description des manifestations de la composante Interpréter*

Dans cet extrait, nous avons codé six manifestations de la composante Interpréter, dont une est de type non justifié, une de type métacognitif, une de types non justifié et métacognitif et deux de types justifié et métacognitif. Sam et Andy interprètent leur façon de faire comme une façon « opposée » à la façon d'Ali. En effet, Sam précise qu'Ali aurait considéré toutes les 30 réponses, cependant, dans la liste de compilation de ce dernier, il n'y a que 23 réponses au total. « Au contraire », Sam et Andy n'ont pas considéré les trois réponses de type « je ne sais pas » et ainsi, dans leur liste de compilation, ils considéraient « un peu moins » que les 30 réponses. Andy, par une intervention justifiée et métacognitive, précise qu'ils ont fait le choix de ne pas considérer ces réponses non quantitatives, mais qu'en même temps, ils sont conscients que ces réponses font partie des 30 réponses obtenues par le sondage réalisé avec leur classe.

Par la suite, Ali souhaite que son équipe se mette d'accord sur une seule façon de considérer les réponses non quantitatives. Cependant, Sam et Andy maintiennent leur position. De son côté, Ali pense que si on n'associe pas un « 0 » à une réponse non quantitative, on risque de l'ignorer complètement dans le calcul de la moyenne (c'est-à-dire que le nombre de personnes au total par lequel on doit diviser la somme des fruits et légumes consommés par jour sera inférieur à 22). Jusqu'à la fin de la séance, l'équipe ne s'entend pas sur une façon unique de considérer les réponses non quantitatives.

Qui	SÉANCE 3, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)					
			Générer	Rechercher	Interpréter	Critiquer	Juger	
Ali	Là, il faut se décider à savoir si les 0, c'est des données ou pas des données. Parce qu'on ne sait pas si on va présenter en avant.	26 min 45	JU-ME					
Sam	Regarde, toi... Andy, est-ce que les zéros, c'est des données?							
Andy	Ben, dans les données ça ne change rien que tu mettes un 0, il faut juste compter comme une personne en plus.	27 min		NJ				
Sam	On va dire que ça fonctionne ok? ... on va dire que les 0 comptent, d'accord? Toi [Ali], tu vas dire que tu as trouvé [un mot incompréhensible] ici. OK. Si on additionne tout ça, ça donne ça, d'accord? [Il désigne la liste de compilation d'Ali].	27 min 30		ME JU				
Ali	Oui.		NJ					
Sam	Et nous, si tu additionnes les chiffres pour savoir ça donne quoi, lorsqu'on a analysé, on n'a pas mis les « je ne sais pas », ...	28 min			ME			
Andy	Mais on les a quand même comptés comme des personnes.				ME			
Sam	C'est ça. Et toi, [Ali], tu as additionné ici, ...				ME			
Andy	En gros, les « je ne sais pas », on a mis dans le nombre de personnes, on n'a pas mis dans le gros calcul des fruits et des légumes, parce que ça ne change rien dans les fruits et légumes, ça change juste dans les personnes.				JU-ME			
Ali	Mais si on ne met pas les 0, on n'aura pas le nombre exact des données. Si on ignore les deux 0, on aura 2 données de moins. On n'aura pas la bonne réponse.	28 min 30				JU-ME EP		
Sam	Ali, est-ce que tu sais bien faire les mathématiques? 1 plus 0 ... on n'a pas besoin de mettre le 0 ici, ...		NJ					
C	<i>Vous discutez encore ici? C'est bien. Vous discutez d'une autre manière de faire? C'est ça? C'est correct aussi si vous ne vous entendez pas. Vous devez argumenter non?</i>	29 min						
Ali	Mais lui [Sam], il dit que même sans les 0, ça compte comme des données, parce que s'il n'y a pas de 0, on a 2 données de moins.					JU-ACR		
C	<i>Donc vous ne vous entendez pas vraiment. Vous n'êtes pas d'accord l'un avec l'autre, c'est ça?</i>							

Qui	SÉANCE 3, verbatim	Épisode	Dimension 3 (PS)				
			Générer	Rechercher	Interpréter	Critiquer	Juger
Sam	Parce qu'on a tout pris, sauf les 0 et on les a divisés. Nous, on ne les a pas mis ici.	29 min 30		ME			
	<i>[Le chercheur s'éloigne de l'équipe].</i>						
Ali	Regarde, le numéro 7 ça ne marche pas, vous savez pourquoi? Vous n'avez pas mis les 0, mais moi j'ai mis un 0, donc c'est une donnée quand même.				JU		
Sam	Nous, on n'a pas mis ici.	30 min			ME		
C	<i>Tantôt, j'aimerais que vous parliez de ça aussi devant les autres ok?</i>						
Sam	OK... On n'a pas mis les 0, parce que même avec les 0, ça donne toujours 3. Donc ça ne sert à rien de mettre ici, car quand on divisait, par exemple que cela donnait 3, et qu'il y avait 2 personnes, on fait 3 divisé en 2.						CR
Ali	Regarde, ici, il y en a ... 1... [il compte à voix haute jusqu'à 30] ... 30. Là aussi, il y en a 30. Il y a des « je ne sais pas », mais il y [en] a quand même 30.				JU		
Andy	Non, mais attends, je vais te le dire. En gros, notre affaire est qu'on a compté le nombre de gars, on a compté d'abord le nombre de femmes, ça nous a donné 8 femmes, après on a compté le nombre de gars, ça nous a donné 22. Après, on a mis les nombres tels que les personnes avaient, on a mis les nombres, mais on n'a pas mis les 0, parce que ça ne change rien aux calculs qui sont là...	31 min			JU-ME		
Ali	Mais ça change le nombre de...					NJ	
Sam	Mais laisse-le finir.						
Andy	... ça change le nombre de personnes, mais ça ne change pas pour le nombre de fruits, c'est pour ça qu'on n'a pas mis dans les calculs pour le nombre de fruits, mais on a mis dans le calcul des nombres de personnes.						JU-ME

a) *Description des manifestations de la composante Générer*

L'une des manifestations de la composante Générer d'Ali est de type justifié et métacognitif. En effet, il souligne que ce serait le moment pour l'équipe de décider d'une manière

de considérer les réponses non quantitatives. Cependant, sa façon de le dire, « se décider à savoir si les 0 seraient des données ou pas des données », est à soulever ici, car elle suggère explicitement deux façons possibles, à savoir noter les réponses non quantitatives en tant que « 0 » ou pas.

b) *Description des manifestations de la composante Rechercher*

Les manifestations de la composante Rechercher permettent à Sam et à Andy de donner un sens et un rôle à la valeur « 0 » qui est au centre de la discussion de l'équipe dans ce passage. À travers deux interventions non justifiées et une intervention métacognitive, Sam et Andy considèrent que les « 0 » ne changeraient pas le résultat final. Remarquons qu'Andy maintient sa position à l'égard du rôle du « 0 », car il affirme que même si les « 0 » (pour désigner les réponses non quantitatives) ne changeaient pas le résultat⁴⁷, il est important d'en tenir compte comme des « personnes en plus ». Dans le propos de type justifié et métacognitif un peu plus tard, avec l'intervention du chercheur qui constate que l'équipe ne s'entend pas sur une seule manière de considérer les réponses non quantitatives, Sam confirme la position de leur démarche, car d'un côté ils ne considèrent pas ce type de réponses, mais de l'autre côté, pour trouver la moyenne, ils ont divisé par 22, qui représente le nombre total des réponses chez les garçons. En d'autres termes, ils n'inscrivent pas le 0 (ils n'en tiennent pas compte pour la somme), mais ils en tiennent compte dans les personnes à calculer. Ils affirment que les 0 ne changent rien à la somme et que, par conséquent, cela ne sert à rien de les noter.

⁴⁷ Précisons ici que le résultat en question est la somme et non la moyenne.

c) *Description des manifestations de la composante Interpréter*

Dans cet extrait, nous avons codé 8 manifestations de la composante Interpréter. Tout d'abord, Sam et Andy fournissent un résumé de leur technique de calcul de la moyenne pour les garçons. Comme mentionné précédemment, ils ont choisi de considérer les réponses non quantitatives dans le nombre total de 22 réponses, à diviser, mais de n'y attribuer aucune valeur dans la quantité totale des nombres de fruits et de légumes consommés par les garçons. Andy fournit une justification pour soutenir cette façon de faire à savoir « que ça ne change rien dans les fruits et légumes, ça change juste dans les personnes. » En termes statistiques, celui-ci voulait dire que cela ne servait à rien de noter les données 0 parce qu'ils n'influencent pas la somme, mais lui et Sam les incluaient pour le calcul de la moyenne. Entre les minutes 30 et 31, l'équipe se manifeste encore par la composante Interpréter, à travers quatre interventions, dont deux justifiées, une non justifiée et métacognitive, et une justifiée et métacognitive. D'un côté, Andy ne fournit toujours pas d'explication explicite sur la raison, selon lui, ne pas considérer les réponses non quantitatives qui ne « change[nt] rien aux calculs ».

d) *Description des manifestations de la composante Critiquer*

Dans cet extrait, nous avons codé trois manifestations de la composante Critiquer, dont l'une est une intervention de types justifié et métacognitif, l'une est une intervention de types justifié et autocritique, et la troisième est de type non justifié.

La première intervention provient d'Ali et vise à critiquer la décision d'ignorer les réponses non quantitatives de ses coéquipiers dans le calcul de la moyenne. Il justifie sa critique en mettant

en évidence l'importance de préserver « le nombre exact de données ». Comme nous l'avons vu plus haut, Ali souligne souvent à ses coéquipiers son souci de prendre en compte l'ensemble des 30 réponses du sondage, et donc les 22 réponses des garçons. De plus, il argumente en portant un regard métacognitif sur une technique hypothétique, à savoir si l'équipe se mettait d'accord sur une seule façon de procéder, et « si on ignore les deux 0, on aura 2 données de moins. On n'aura pas la bonne réponse. » Remarquons ici également qu'Ali tient à ce que l'équipe obtienne la bonne réponse à la question statistique, ce qui peut suggérer qu'il n'y aurait, à son avis, qu'une seule réponse qui serait la bonne. Ses coéquipiers ne réagissent pas à ce propos d'Ali.

Un peu plus tard, sur l'intervention du chercheur, Ali rapporte sa critique à ce dernier, toujours en mettant en évidence le fait que si l'équipe ne considère pas les « 0 », ils auront « deux données de moins. » Il est également pertinent de soulever ici que d'abord, Ali rapporte au chercheur la technique de Sam et d'Andy, à savoir que « même sans les 0, ça compte comme des données », et immédiatement après, Ali apporte son point de vue critique envers cette façon de procéder de ses coéquipiers.

Vers la fin de leur discussion, Ali souhaite amener une dernière critique au moment où Andy et Sam lui expliquent en détail leur façon de procéder et la raison pour laquelle ils ne considèrent pas les données non quantitatives. Cependant, Sam et Andy ne le laissent pas terminer sa critique et elle reste ainsi non justifiée.

e) *Description des manifestations de la composante Juger*

Dans cet extrait, nous avons codé deux manifestations de la composante Juger, dont l'une est une intervention de types justifié et métacognitif et l'autre est de type critérié.

Sur l'intervention du chercheur, Sam porte un jugement sur la technique de l'équipe et ses résultats obtenus. Le critère qu'il utilise pour porter ce jugement est le fait que selon lui et Andy, peu importe s'ils considèrent les réponses non quantitatives ou pas, la somme des nombres de fruits et de légumes pour les garçons restera la même. En effet, il prend l'exemple spontané de 3 pour expliquer qu'en additionnant les « 0 », cette somme restera 3 et qu'ils diviseront cette somme par le total des réponses, qui est « 2 » dans son exemple. Or, les trois réponses sont des réponses non quantitatives, mais ont été interprétées par l'équipe JAUNE comme des « 0 », car les trois répondants n'ont pas répondu à la question, ce qui est différent que s'ils avaient donné une réponse de « 0 ».

À la fin de cet extrait, Andy, à son tour, porte un jugement sur la façon de procéder de son équipe. Nous pouvons observer, dans son jugement, le même glissement de raisonnement erroné de considérer les réponses non quantitatives comme une réponse de valeur « 0 ».

5. ANALYSE DE LA PLÉNIÈRE AVEC LA PRÉSENTATION ET DISCUSSION DES RÉSULTATS DES ÉQUIPES CIBLÉES

5.1 Résumé de la plénière et présentation des résultats

Nous avons codé 75 interventions au total. Pour cette plénière, les élèves présentent en grand groupe leur technique et leurs résultats d'enquête statistique, c'est donc dire que le codage

selon les cinq composantes de la dimension 3 de la PS ne s'applique plus. Nous avons codé ainsi les interventions uniquement à l'égard des types d'intervention des pratiques critiques (Gagnon, 2011a).

Lors de cette présentation des résultats, principalement celle des trois équipes ciblées, presque la moitié (49,3 %) des interventions étaient de nature métacognitive. Ces pourcentages s'expliquent par le fait qu'on demande aux équipes de présenter leur technique et de l'expliquer et, parfois, de prendre position par rapport à leurs choix de technique et de calculs. Les équipes répondent à de nombreuses interventions du chercheur qui les questionnait sur des éléments de précision à apporter, notamment sur l'explicitation de la technique développée et utilisée par chaque équipe.

5.2 Bilan du codage de la plénière présentation des résultats

Tableau 9. Pourcentages des interventions selon les types d'interventions de pratiques critiques lors de la plénière

Type d'intervention des pratiques critiques	Pourcentages des interventions
1. Non justifiée (NJ)	13 (17,3 %)
2. Justifiée (JU)	8 (10,7 %)
3. Critériée (CR)	1 (1,3 %)
4. Éthique (ET)	0
5. Contextuelle (CO)	0
6. Évaluative (EV)	13 (17,3 %)
7. Épistémique (EP)	2 (2,7 %)
8. Métacognitive (ME)	37 (49,3 %)
9. Autocritique (ACR)	1 (1,3 %)
10. Autocorrectrice (ACO)	0
TOTAL :	75

En ce qui concerne les interventions mobilisées lors de la plénière, la grande majorité des interventions de pratiques critiques sont de type métacognitif, suivies par les interventions non justifiées et évaluatives, ensuite par les interventions justifiées, puis épistémiques, et finalement par les interventions critériées et autocritiques. En revanche, lors de cette plénière, il n'y avait pas d'intervention éthique, contextuelle ni autocorrectrice.

5.3 Moments marquants de la présentation et discussion des résultats des trois équipes

5.3.1 Interventions de l'équipe ORANGE

Lara a présenté la technique de son équipe de la moyenne et a annoncé les résultats de leur analyse. En moyenne, elles ont obtenu 4 fruits et légumes par jour pour les filles et 5 fruits et légumes par jour pour les garçons.

De son côté, Lila explique les différentes étapes de leur technique (noter le nombre de fruits et de légumes que les garçons consomment, puis le nombre de fruits et de légumes que les filles consomment) et comment elles ont calculé la moyenne (diviser par le nombre de personnes). En effet, il s'agit des deux sommes, mais Lila n'a pas mentionné cette information⁴⁸. Pour éviter une confusion entre nombres de filles et de garçons et les deux sommes, le chercheur les relance sur cette distinction.

Lila	Il y a 31 filles et 94 garçons.		info
C	31 filles? Est-ce qu'on avait 31 filles?	7 min	
3 filles	Non. [Elles rient].		ME

⁴⁸ Lila voulait dire que son équipe ORANGE a représenté, dans leur diagramme à bandes, la somme de 31 pour les filles et la somme de 94 de fruits et légumes chez les garçons (voir la figure 9).

C	<i>C'est correct. C'est [la somme] des fruits [et légumes] non?</i>		
Lara	Oui c'est [la somme] des fruits [et légumes].		NJ

En ce qui concerne les effectifs inégaux, Lila argumente que « Même s'il y a plus de gars ou de filles, ça ne va rien changer à la moyenne ». Il s'agit d'une prise de position forte, mais non appuyée par l'élève. Cette affirmation montre que Lila comprend que la moyenne est un outil statistique pertinent qui permet de comparer des groupes d'effectifs qui ne sont pas égaux. C'était également le cas pour les effectifs des deux groupes à comparer dans leur tâche, puisqu'elle mentionnait « même s'il y a plus de gars ou de filles », ce qui est une référence directe aux effectifs de la tâche.

5.3.2 Interventions de l'équipe ROUGE

L'équipe ROUGE a présenté sa technique de la moyenne et a annoncé les résultats de son analyse. En moyenne, elles ont obtenu 4 fruits et légumes par jour pour les filles et 8 fruits et légumes par jour pour les garçons. Matt a précisé qu'« on avait 66 [fruits et légumes] pour les filles. ». Or, il s'agit d'ici d'une erreur de termes faite par Matt, car dans les faits, l'équipe ROUGE a trouvé la somme de 66 fruits et légumes pour les 8 garçons retenus, et non pour les filles, comme Matt a annoncé ici lors de la plénière, en incluant la donnée extrême de « 30 légumes et 3 fruits » (réponse G8).

En ce qui concerne des interventions évaluatives, qui ont été très peu mobilisées lors des séances 2 et 3, Matt a réagi à un propos de l'équipe JAUNE qui a laissé de côté la réponse « 33 fruits et légumes » dans leur calcul de la moyenne : « Mais ce n'est pas impossible [de manger 33 fruits et légumes par jour] ». Nous pouvons observer que Matt évalue la position de Lara par

rapport à une donnée du sondage, ce qui est intéressant, surtout parce qu'il s'agit d'une objection, mais non justifiée. Cette évaluation se fait par rapport à la position d'une personne externe à son équipe, et non pas par rapport à une position de sa propre équipe.

C	<i>C'est l'équipe de MATT, ALI et PHILEAS. 8 et 4, c'est ça?</i>		
LARA	Parce que nous, on a enlevé...		ME
C	<i>Ok, elles ont enlevé des affaires ok...</i>		
Lara	Parce que c'est impossible de manger 33 fruits par jour.		EP
MATT	Mais ce n'est pas impossible.	9 min	NJ-EV
C	<i>Qu'est-ce que vous avez enlevé et pourquoi?</i>		
Lara	[Nous en avons enlevé, parce qu'] il y en a qui ont écrit « je ne sais pas »...		JU
C	<i>Ok, regarde, c'est « je ne sais pas » ... il y avait des discussions ici, et qu'est-ce qu'on fait avec je ne sais pas?</i>		
Lara	On a enlevé ça, les « je ne sais pas ».		ME
MATT	On a mis un 0.		ME

Par ailleurs, Matt a présenté la technique de son équipe d'égalisation des effectifs (on prend, pour la comparaison, 8 garçons parce qu'il y a 8 filles). Comme il y a 8 filles, l'équipe ROUGE a choisi de sélectionner les 8 premiers garçons et leurs réponses pour les calculs. Cette équipe a choisi également d'en calculer les moyennes, sans être consciente que les moyennes dans ce contexte sont superflues, car avec cette technique de choisir les 8 premières réponses parmi les 22 chez les garçons pour les comparer aux 8 réponses des filles, l'équipe ROUGE aurait pu calculer seulement les deux sommes et les comparer.

Finalement, dans une interaction avec le chercheur, Matt a proposé également une autre façon possible de sélectionner les 8 réponses chez les garçons, à savoir au hasard. Nous avons identifié cette sous-technique dans l'analyse a priori.

C	<i>Non, ici, et pourquoi? ... vous dites « non » ... il y en a plusieurs qui ont pris 22 et 8. Et vous avez pris juste les 8 premiers. Qu'est-ce que vous auriez pu faire différemment, si vous aviez à choisir 8, par exemple?</i>		
MATT	Juste les choisir comme ça...		NJ-ME
C	<i>Donc piger au hasard?</i>	16 min 30	
MATT	En choisissant mais en regardant le nombre de fruits [pour dire de piger dans la colonne des réponses des légumes et des fruits chez les garçons].		CR-ME

5.3.3 Interventions de l'équipe JAUNE

Rappelons ici les résultats obtenus par l'équipe JAUNE : Sam et Andy ont obtenu, après avoir arrondi, 3 pour les filles et 6 pour les garçons, en moyenne; Ali de son côté, a obtenu 4 pour les filles et 7 pour les garçons.

Ali, par une intervention évaluative, porte un jugement sur le travail de nettoyage des données de ses coéquipiers : « Qu'est-ce qu'ils⁴⁹ ont oublié de faire, c'est de ne pas calculer les 0. » (minute 22). Nous observons qu'Ali défend toujours son idée de considérer toutes les réponses et de mettre un 0 pour chaque réponse qualitative. Il ignore toujours que, en réalité, ils avaient adopté la même technique.

Un peu plus tard, Ali, par une intervention évaluative et métacognitive, porte un autre jugement par rapport au nettoyage des données de ses coéquipiers :

C	<i>Ok, c'est ça, vous ne vous entendez pas sur les 0, les points d'interrogation [parmi les réponses]. Donc vous avez 2 méthodes de considérer ça. Allez-y.</i>		
Ali	Parce que moi, j'ai calculé les 0 ici comme des données. Comme eux ils ne l'ont pas fait, ça leur a fait 2 données de moins. Donc, ça leur a donné des nombres plus petits que 7 et 4.	22min30	ME EV

⁴⁹ Par « ils », Ali désigne les deux coéquipiers Andy et Sam.

Cette intervention nous semble intéressante, parce qu'il nomme en même temps un effet sur les données (qui est faux cependant, avec deux données en moins, la moyenne aurait dû être plus élevée, pas plus petite).

À son tour, Sam apporte une précision sur leur façon de faire, avec une intervention métacognitive : « C'est comme nous deux [Andy et moi], on a essayé de calculer le total de nombre de personnes qu'il y avait, et nous deux on avait aussi calculé 23. » Remarquons que les enjeux du total de 23 ou de 30 s'entremêlent ici.

Finalement, lors de la plénière, une discussion sur les résultats différents obtenus par les trois équipes ciblées n'a pas eu lieu. Une constatation de ces différences a été amenée par le chercheur.

CINQUIÈME CHAPITRE. DISCUSSION ET CONCLUSION

Dans ce dernier chapitre de notre thèse, nous discuterons des résultats et des principaux constats de notre étude. Tout d'abord, nous traiterons des enjeux concernant l'articulation des cadres que nous avons déployés dans notre thèse, notamment des manifestations de la dimension 3 de la PS et des pratiques critiques chez les trois équipes. Nous mènerons ensuite une discussion sur le choix des variables didactiques. Par la suite, nous exposerons les apports de notre thèse et, finalement, nous formulerons des limites de notre recherche.

1. ENJEUX DE L'ARTICULATION DES DONNÉES DES ÉQUIPES

Dans cette section, nous mènerons une discussion pour chacune des cinq composantes du cycle d'interrogation de la PS chez les trois équipes et au regard des types d'intervention des pratiques critiques.

1.1 Discussion des manifestations de la dimension 3 de la pensée statistique chez les trois équipes

1.1.1 Discussion des manifestations de la composante Générer

Rappelons d'abord qu'il s'agit de la première composante du cycle d'interrogation de la PS. Face à un problème statistique à résoudre, les élèves mobilisent le contexte, les données et leurs connaissances statistiques, de manière individuelle ou en équipe, pour formuler des possibilités et des idées, pour développer et pour discuter des techniques potentiellement pertinentes pour répondre à une question statistique.


Pour la séance 2, 77 % des manifestations de la dimension 3 de la PS chez l'équipe ORANGE, 61 % des manifestations chez l'équipe ROUGE et 69 % de celles chez l'équipe JAUNE sont des manifestations de la composante Générer.

Pour la séance 3, 82 % des manifestations de la dimension 3 de la PS chez l'équipe ORANGE, 57 % des manifestations chez l'équipe ROUGE et 28 % de celles-ci chez l'équipe JAUNE sont des manifestations de la composante Générer. Dans les points suivants, nous discuterons les résultats, pour chaque séance, à l'aide d'un tableau comparatif des manifestations de la composante Générer au regard des types d'intervention des pratiques critiques des trois équipes.

1.1.1.1 Discussion des manifestations de la composante Générer lors de la séance 2

Nous pouvons remarquer, chez les trois équipes, que les manifestations de la composante Générer représentent la majorité des manifestations de la PS lors de la séance 2. Le tableau suivant montre les pourcentages de chaque type d'intervention des pratiques critiques manifestées par chacune des trois équipes lors de la séance 2.

Tableau 10. Tableau comparatif des manifestations de la composante Générer au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 2

Interventions PC 	SÉANCE 2		
Type d'intervention des pratiques critiques	Tableau comparatif des manifestations de la composante GÉNÉRER (G) au regard des types d'intervention des pratiques critiques		
	ÉQUIPE ORANGE	ÉQUIPE ROUGE	ÉQUIPE JAUNE
1. Non justifiée (NJ)	73 (55.5 %)	69 (55 %)	38 (54 %)
2. Justifiée (JU)	10 (7.5 %)	16 (12.5 %)	11 (15.5 %)
3. Critériée (CR)	6 (4.5 %)	3 (2 %)	0
4. Éthique (ET)	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	0	0	0
6. Évaluative (EV)	0	0	1 (1.5 %)
7. Épistémique (EP)	10 (7.5 %)	0	1 (1.5 %)
8. Métacognitive (ME)	33 (25 %)	39 (30.5 %)	16 (23 %)
9. Autocritique (ACR)	0	0	1 (1.5 %)
10. Autocorrectrice (ACO)	0	0	2 (3 %)
TOTAL :	132 (77 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	127 (61 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	70 (69 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)

Pour les trois équipes, les interventions de type non justifié s'élèvent à un pourcentage d'environ 55 %. Ces chiffres montrent une prédominance de ce type d'intervention lors de la séance 2, toutes équipes confondues, par rapport aux autres types d'interventions.

La nature et l'organisation intraéquipes du travail de nettoyage des données semblent être non négligeables pour expliquer cette présence de prédominance clairement observable par rapport aux autres types d'interventions mobilisées : l'un des élèves d'une équipe réalisait la vérification des réponses et prenait des décisions concernant la valeur unique à retenir pour chaque réponse, un autre notait cette valeur afin de pouvoir calculer la moyenne, et le troisième coéquipier jouait

souvent le rôle de vérificateur, mais ne posait que rarement des questions de vérifications. Il manifestait très peu de remises en question des décisions du premier élève. Notre hypothèse est que cette répartition stricte des rôles et des tâches intraéquipes lors de la séance 2, ainsi qu'un consensus sur les techniques utilisées (pour les équipes ORANGE et ROUGE néanmoins), ont créé peu de conflits sociocognitifs ou de débat et ont fait en sorte que les équipes tendent à mobiliser des interventions de type non justifié lors du nettoyage des données.

Par ailleurs, il nous semble également que ces éléments ont un lien avec le fait que très peu d'interventions évaluatives⁵⁰ ont été mobilisées à l'égard de la composante Générer lors de la séance 2. Par la seule intervention évaluative, Ali de l'équipe JAUNE a remis en question la pertinence du nettoyage des données⁵¹ de ses coéquipiers.

Pour ce qui est des interventions critériées, nous en avons répertorié 3 (2 %) chez l'équipe ROUGE et 6 (4.5 %) chez l'équipe JAUNE. La mobilisation de ce type d'intervention a permis tant à l'équipe ROUGE qu'à l'équipe JAUNE, en présence d'une réponse à deux valeurs numériques avec un grand écart (G4 « 10 ou 20 »), de trancher en faveur d'une seule valeur pour la suite du calcul de la moyenne. Les deux équipes ont eu recours au critère « c'est entre les deux » pour générer la nouvelle valeur de 15, retenue pour le calcul de la moyenne pour les filles. Il est intéressant de soulever que ces deux équipes ont mobilisé le même critère sur la même réponse du sondage et que la valeur générée et retenue était également la même. Au niveau de la PC, il est

⁵⁰ Une seule intervention évaluative manifestée par l'équipe JAUNE et aucune pour les équipes ORANGE et ROUGE.

⁵¹ « Mais ce n'est pas comme ça qu'il faut faire... » (Ali, séance 2, 19 min).

intéressant de retenir que pour ces deux équipes, l'un des membres a proposé cette même valeur de 15 qui ne figurait pas dans la réponse originale du sondage. Or, cette valeur n'a pas été reçue de la même façon dans les deux équipes : si les autres membres de l'équipe JAUNE l'ont acceptée sans contester ni discuter, les membres de l'équipe ROUGE ne l'ont pas acceptée. En effet, cette équipe a finalement retenu la valeur de 10 pour cette réponse, avec une intervention justifiée. En effet, les membres ont indiqué qu'elle était l'une des valeurs de la réponse d'origine et que « 20, c'est un peu exagéré » (Alain, séance 2, 23 min 30). Ainsi, ces possibilités de considération des valeurs, qui par ailleurs ont été identifiées et décrites dans notre analyse a priori dans le chapitre 4 plus haut, ont été abordées par ces deux équipes lors de cette séance.

De plus, l'équipe ROUGE a mobilisé une intervention critériée pour arrondir la valeur à l'unité près de la moyenne obtenue pour les filles sous forme d'un nombre à virgule au prochain entier naturel⁵². De son côté, l'équipe JAUNE a également arrondi la moyenne de 3.5 pour les filles (résultat obtenu par calcul) à 4 (arrondi à l'unité).

Pour ce qui est des interventions métacognitives, nous en avons répertorié 33 (25 %) chez l'équipe ORANGE, 39 (30.5 %) chez l'équipe ROUGE et 16 (23 %) chez l'équipe JAUNE. Notre observation générale montre deux tendances claires : d'une part, une grande partie de ces interventions métacognitives ont servi aux équipes, pendant le processus de résolution, à examiner l'état d'avancement de leurs réflexions. En d'autres termes, les élèves ont mobilisé surtout ce type d'interventions de pratique critique pour vérifier différents éléments et étapes, et non pas pour

⁵² « [Il obtient 3,875 comme résultat] ça donne 4 si on arrondit. » (Matt, séance 2, 21 min).

justifier leur processus de pensée ou leurs outils de cognition. D'autre part, nous avons également constaté que la majorité de ces interventions ont été mobilisées, non pas de façon spontanée au sein d'une équipe, mais plutôt à la suite d'une intervention directe du chercheur ou de l'enseignante auprès de chaque équipe. En effet, ces derniers tendaient à questionner où l'équipe était rendue à ces moments précis. Ceci peut expliquer le fait que la mobilisation des interventions métacognitives a porté davantage sur leur processus de résolution.

Par ailleurs, seulement l'équipe JAUNE a manifesté une intervention autocritique et deux interventions autocorrectrices. Ces interventions nous ont montré la manifestation momentanée d'une pensée autorégulatrice, car elle a été mobilisée et régulée par les élèves eux-mêmes sans intervention de l'enseignant ou du chercheur. Ainsi, dans le contexte du nettoyage des données, l'intervention autocritique a mené à une autocorrection, alors qu'une autocorrection a été mobilisée seule. Comme Gagnon (2011a, 2012) l'a déjà expliqué, une intervention autocritique peut conduire à l'autocorrection, mais pas nécessairement. Dans le cas de l'équipe JAUNE, l'intervention autocritique a mené à une autocorrection, qui était sous la forme d'une (auto)correction d'une valeur d'une réponse des filles qui avait été mal associée à une réponse des garçons. Bien qu'il s'agisse d'une autocritique et d'une autocorrection à une petite échelle, nous pouvons dire que cette équipe était en mesure de les mobiliser de façon adaptée à la situation et avec des outils (feuille contenant la compilation des données).

1.1.1.2 Discussion des manifestations de la composante Générer lors de la séance 3

Quand nous regardons de plus près les pourcentages obtenus lors de la séance 3, nous remarquons que l'équipe ORANGE a mobilisé très largement cette composante 1 du cycle d'interrogation (82 %), mais que la grande majorité de ces interventions (66 %) étaient non justifiées. Cette équipe se souciait de discuter des éléments de confection d'un diagramme pour représenter leurs résultats. À la différence de cette équipe, l'équipe JAUNE offrait peu de manifestations de cette composante lors de la séance 3 (28 %). En effet, les trois élèves de cette équipe discutaient toujours de leur désaccord sur la considération des données conflictuelles parmi les réponses chez les garçons. Il nous semble que la différence ici dans les données s'avérait davantage contextuelle : c'est en raison du fait qu'une discussion a émergé sur la compilation des données, accompagnée d'une erreur dans la considération des données, que les échanges ont porté ailleurs. Ainsi, ces élèves ont mobilisé davantage les autres composantes de la dimension 3 de la PS pour argumenter leurs points de vue et tenter de parvenir à un consensus dans leur équipe, ce qui a impliqué une moindre mobilisation de la composante Générer lors de la séance 3.


Remarquons qu'une seule intervention autocritique et qu'une seule intervention autocorrectrice ont été mobilisées lors de la séance 3, par l'équipe JAUNE. Pour ce qui est de l'intervention autocritique, elle a été mobilisée par Andy⁵³ pour répondre à la critique de son coéquipier Ali. En effet, la critique de ce dernier portait sur le fait qu'Andy et Sam auraient omis de considérer toutes les 22 réponses des garçons. Andy portait une introspection très précise à ce

⁵³ « Non, mais ça, ce n'est pas le nombre de personnes, c'est le nombre de fruits [et de légumes]. » (Andy, séance 3, 18 min).

moment-ci sous forme d'une autocritique sur un élément de la technique de son équipe. Étant donné qu'il jugeait que Sam et lui n'avaient pas commis d'erreur, cette intervention ne menait pas à une autocorrection. Cette autocritique ne portait pas un regard évaluatif sur l'ensemble de leur technique, mais plutôt sur une intervention portant sur un élément précis qui ne provoquait pas de changement de vision. C'est dans l'intervention autocorrectrice d'Andy⁵⁴, vers la fin de cette séance, que nous pouvons observer un changement, du moins annoncé, de pratique. Cette intervention a été mobilisée dans le contexte de la dissension au sein de leur équipe, à savoir comment considérer les trois réponses qualitatives. Comme un tel désaccord n'avait pas eu lieu au sein des deux autres équipes, et du fait que nous n'avons pas observé ni d'intervention autocritique, ni autocorrectrice à l'égard de la mobilisation de la composante Générer chez les équipes ORANGE et ROUGE, nous supposons qu'un tel désaccord s'est avéré favorable à une mobilisation de tels types d'intervention chez une équipe de travail.

⁵⁴ « Moi, je vais refaire les calculs pour être sûr. » (Andy, séance 3, 26 min).

Tableau 11. Tableau comparatif des manifestations de la composante Générer au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 3

Interventions PC 	SÉANCE 3		
Type d'intervention des pratiques critiques	Tableau comparatif des manifestations de la composante GÉNÉRER (G) au regard des types d'intervention des pratiques critiques		
	ÉQUIPE ORANGE	ÉQUIPE ROUGE	ÉQUIPE JAUNE
1. Non justifiée (NJ)	35 (66 %)	27 (71 %)	15 (40.5 %)
2. Justifiée (JU)	5 (9 %)	3 (8 %)	8 (21.5 %)
3. Critériée (CR)	0	0	0
4. Éthique (ET)	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	0	0	0
6. Évaluative (EV)	0	0	0
7. Épistémique (EP)	0	0	0
8. Métacognitive (ME)	13 (25 %)	8 (21 %)	12 (32 %)
9. Autocritique (ACR)	0	0	1 (3 %)
10. Autocorrectrice (ACO)	0	0	1 (3 %)
TOTAL :	53 (82 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	38 (57 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	37 (28 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)

En ce qui concerne la composante Générer, une tendance très marquée s'observe chez les trois équipes, toutes séances confondues : on constate une prépondérance des interventions de type non justifié, suivies de deux autres types d'interventions des pratiques critiques, à savoir les interventions justifiées et métacognitives. Plus précisément, ces deux types d'interventions se manifestaient davantage quand les élèves étaient interpellés par le chercheur ou l'enseignante, qui leur posaient alors des questions sur leur technique ou sur le travail qu'ils étaient en train d'accomplir à ces moments précis. Il semblerait que, du moins pour les équipes de notre recherche, certaines manifestations de la dimension critique de la PS chez certains élèves seraient moins

spontanées. Ainsi, nous avons pu observer, comme c'était également le cas lors de la séance 2, que la plupart des interventions portant sur leurs propres actions, démarches ou processus de pensée, ainsi que les manifestations justificatives, ne se sont pas déclenchées spontanément à l'intérieur du travail des équipes elles-mêmes, mais qu'elles ont plutôt été provoquées en présence de l'enseignante ou du chercheur qui intervenait activement en leur posant des questions précises. Par ailleurs, lorsque les élèves mobilisaient de la métacognition pendant le processus, c'était davantage pour vérifier où ils étaient rendus et non pas pour évaluer ou pour justifier, au sens fort du terme, leur stratégie.

1.1.1.3 Discussion sur la prépondérance des manifestations de la composante Générer

Pour ce qui est des manifestations observables de la composante Générer de type critérié, nous pouvons dégager que bien que ces manifestations ne soient pas nombreuses (entre 0 et 6 par équipe ciblée pour la séance 2, et 0 pour les trois équipes à la séance 3), elles ont été mobilisées par des élèves à des moments précis, notamment lors du nettoyage des données et avec un but clair, c'est-à-dire clarifier, trancher en faveur d'une valeur à retenir lorsqu'une réponse offre deux valeurs numériques, ou encore en faveur d'un arrondissement au prochain nombre entier du résultat d'une moyenne obtenue sous forme d'un nombre à virgule. Ainsi, nous pouvons dire que la mobilisation de ce type d'intervention se fait à des moments clés lors du travail d'équipe, avec une fonction précise et ciblée, et est déclenchée par des élèves mêmes, sans intervention de l'enseignante ou du chercheur. Par ailleurs, ce constat nous en apprend également davantage sur la nature de la tâche de nettoyage de données statistiques que les élèves ont réalisée pendant leur

analyse : aux yeux des élèves, cette tâche semble se prêter probablement bien au recours à des critères plutôt facilement applicables.

Prenons ici l'exemple de l'arrondissement à l'unité près d'un nombre décimal obtenu par un calcul de la moyenne : il s'agit d'une approximation qui rend le résultat moins précis, mais plus facile à utiliser par la suite pour les élèves du début du secondaire (sur le plan arithmétique). Cependant, un arrondissement signifie pour un statisticien de s'écarter plus ou moins des données (Vännman, 1990). Un expert en statistique préférerait une représentation numérique près des données, ce qui signifierait, dans ce cas, de garder un résultat contenant des chiffres après la virgule, car ces derniers lui permettraient d'inférer une interprétation plus rigoureuse et nuancée des résultats, notamment pour la comparaison des moyennes et pour une compréhension dans le sens de tendances centrales (versus le résultat d'un calcul arithmétique) (Proulx, Lavallée-Lamarche et Tremblay, 2016). Dans notre cas, deux résultats de 3.5 (moyenne trouvée par l'équipe ORANGE) ou de 3.875 (moyenne trouvée par l'équipe ROUGE)⁵⁵, risquent d'avoir une signification légèrement différente pour un statisticien, alors que ces résultats, une fois arrondis à 4, ne permettront plus de le faire. Cependant, pour les élèves, leur automatisme d'arrondir est plutôt de nature arithmétique, car ils y étaient plus habitués du fait qu'ils avaient recours au calcul de la moyenne. Un nombre entier comme 4 aurait plus de sens pour ces élèves, car non seulement il est plus court et plus simple, mais également parce que 4 fait partie des données collectées. Sous cette forme arrondie, ce résultat leur permet de représenter facilement, de façon graphique ou

⁵⁵ Remarquons néanmoins que dans le contexte de la tâche statistique, ces deux nombres permettent de répondre adéquatement à la questions de comparaison.

mentalement, la signification de « manger en moyenne 4 fruits et légumes par jour ». Par ailleurs, nous avons ici un enjeu lié aux statistiques abordées par les élèves: il n'est pas rare d'observer des élèves, par exemple ceux qui résolvent des problèmes semblables de moyenne, ne pas accepter des valeurs trouvées par des calculs⁵⁶, mais qui ne figurent pas parmi les données du problème (Mary et Gattuso, 2005).

Ainsi, les critères mobilisés dans ce contexte, comme « valeur entre les deux » ou « arrondir au prochain nombre entier », nous semblent questionnables du point de vue mathématique⁵⁷. Certes, les équipes les ont mobilisés dans le but précis de répondre à la question statistique, à savoir si les garçons ou les filles mangeraient en moyenne plus de fruits ou de légumes par jour. Cependant, comme nous venons de le voir, un critère comme l'arrondissement à l'unité près, appliqué par des élèves sans avoir mené de discussion, risque de s'avérer un certain appauvrissement en statistique en général⁵⁸. En effet, sur le plan statistique, ces critères risquent d'éloigner les résultats des données collectées et ainsi d'en limiter le sens. Ils risquent également de susciter plus difficilement une discussion fine ou une interprétation plus riche et nuancée du phénomène à l'étude.

⁵⁶ Remarquons ici que cette tendance à arrondir n'a pas été discutée ou remise en question par les élèves.

⁵⁷ Toutefois, nous sommes conscients du fait que, compte tenu de la situation, une approximation par défaut des données des garçons et par excès de celles des filles est acceptable du moment où on arrive au résultat que la moyenne des garçons est supérieure à celles des filles. Les valeurs exactes des deux moyennes ne sont pas importantes du moment que leur comparaison est justifiable.

⁵⁸ Remarquons qu'il en est de même théoriquement de n'importe quel ordre d'arrondissement; tout dépend du niveau de précision des données pour répondre à la question en jeu.

1.1.2 Discussion des manifestations de la composante Rechercher

Rappelons d'abord que cette deuxième composante du cycle d'interrogation de la PS fait intervenir le rappel d'une information qu'on connaît déjà et de permettre d'approfondir pour en connaître ou en rappeler davantage (processus de recherche interne selon Wild et Pfannkuch, 1999). Il peut également s'agir d'une recherche d'informations ou d'idées nouvelles à l'extérieur d'une personne ou d'une équipe.

Lors de la séance 2, 11 % des manifestations de la dimension 3 de la PS chez l'équipe ORANGE, 24 % des manifestations chez l'équipe ROUGE et 22 % des manifestations chez l'équipe JAUNE se rapportent à la composante Rechercher.


Pour la séance 3, 8 % des manifestations de la dimension 3 de la PS chez l'équipe ORANGE, 25 % des manifestations chez l'équipe ROUGE et 33 % des manifestations chez l'équipe JAUNE relèvent de la composante Rechercher.

Un constat se dégage à partir de nos résultats d'analyse. Lorsque les élèves sont dans la recherche, leurs manifestations de la dimension 3 de la PS leur servent à pouvoir fournir des précisions concernant les données qu'ils étaient en train de traiter. Nous approfondirons ce constat dans les deux sous-sections suivantes.

1.1.2.1 Discussion des manifestations de la composante Rechercher lors de la séance 2

Dans cette sous-section, nous discutons des manifestations de la composante Rechercher pour les trois équipes lors de la séance 2 en fonction des pratiques critiques mobilisées à l'aide du tableau comparatif suivant.

Tableau 12. Tableau comparatif des manifestations de la composante Rechercher au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 2

Interventions PC 	SÉANCE 2		
Type d'intervention des pratiques critiques	Tableau comparatif des manifestations de la composante Rechercher (R) au regard des types d'intervention des pratiques critiques		
	ÉQUIPE ORANGE	ÉQUIPE ROUGE	ÉQUIPE JAUNE
1. Non justifiée (NJ)	8 (40 %)	21 (42 %)	10 (45 %)
2. Justifiée (JU)	2 (10 %)	8 (16 %)	1 (5 %)
3. Critériée (CR)	0	3 (6 %)	0
4. Éthique (ET)	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	1 (5 %)	1 (2 %)	0
6. Évaluative (EV)	0	1 (2 %)	0
7. Épistémique (EP)	0	1 (2 %)	0
8. Métacognitive (ME)	8 (40 %)	15 (30 %)	9 (41 %)
9. Autocritique (ACR)	0	0	0
10. Autocorrectrice (ACO)	1 (5 %)	0	2 (9 %)
TOTAL :	20 (11 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	50 (24 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	22 (22 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)

En analysant les données présentées dans ce tableau, autres que les interventions de type non justifié dominant chez les trois équipes lors de cette séance, les interventions de type métacognitif ont été mobilisées en plus grand nombre, relativement aux autres types, dans les trois équipes (40 % pour l'équipe ORANGE, 30 % chez l'équipe ROUGE et 41 % chez l'équipe

JAUNE). En comparant ces taux avec les discussions des équipes que nous avons exposées dans le chapitre 4 nous pouvons constater que lorsque les équipes étaient en mode Rechercher, ces interventions tendaient à porter en grande partie sur leurs propres démarches ou processus de pensée, ou encore sur les outils qu'elles mobilisaient lors de la résolution. De plus, l'équipe ROUGE a mobilisé plus souvent des interventions justifiées que les équipes ORANGE et JAUNE. L'équipe ROUGE a mobilisé davantage ce type d'interventions, car elle avait recours au rappel d'une information des données comme outil principal lors du nettoyage des données. En effet, les interventions justifiées aident à fonder une action par une raison ou par un exemple. Ces exemples venaient des réponses au sondage qui étaient traitées lors du nettoyage des données et s'avéraient donner plus de poids aux valeurs retenues par cette équipe. Cette mobilisation accrue des interventions justifiées peut également être liée à la mobilisation des interventions critériées de cette équipe lors de cette séance.

L'équipe ROUGE était la seule à avoir mobilisé des interventions critériées lors de cette séance. En d'autres termes, elle a mobilisé des raisons particulièrement déterminantes et objectivées lors de son travail de nettoyage des données. Rappelons que la technique de cette équipe était la comparaison de la moyenne des 8 filles à la moyenne pour les 8 premiers garçons de la liste de compilation des réponses au sondage. Ainsi, pour chaque réponse à considérer pour le calcul de la moyenne, cette équipe a décidé de ne retenir qu'un seul nombre pour calculer la moyenne. La mobilisation d'interventions critériées a ainsi aidé l'équipe dans la précision et la clarté du choix du nombre à retenir de chaque réponse.

Pour les autres types d'interventions (contextuelles, évaluatives, épistémiques, et autocorrectrices), ils n'ont été mobilisés que très rarement, c'est-à-dire une ou deux fois seulement.

Par exemple, pour ce qui est des interventions contextuelles, la mobilisation de ce type d'intervention a été très brève pour les équipes ORANGE et ROUGE. Chez l'équipe ORANGE, il s'agissait d'une recherche afin d'identifier la provenance des données du sondage⁵⁹ de la part d'une élève. Or, une fois qu'elle a reçu l'information recherchée de la part d'une coéquipière, il n'y a pas davantage eu de mobilisation ou d'autres interventions de type contextuel.

Du côté de l'équipe ROUGE, une seule mobilisation s'est manifestée, lors du nettoyage des données, de la part d'un élève, cette fois pour fournir une hypothèse de réponse basée sur un élément contextuel⁶⁰. Ainsi, il nous semble que sa mobilisation était très concise, afin de trouver ou de donner un sens à certaines données. Cependant, nous devons relativiser l'exemple contextuel amené par ces élèves, étant donné qu'il s'agissait d'une exagération qui manque de rigueur : pour une mise en contexte rigoureuse, un statisticien n'aurait vraisemblablement pas associé une tasse à une « gigantesque » fraise pour y inférer un sens. Un autre élève ou un statisticien aurait pu penser à une tomate cerise versus une tomate régulière.

Rappelons ici que le choix de la question jouait probablement un certain rôle dans la mobilisation de ce type de pratiques critiques chez les élèves : la question statistique à traiter dans l'activité en tant que telle était aussi ambiguë de ce point de vue. Dans la question, on laissait

⁵⁹ « Est-ce que c'est dans notre classe ou c'est dans l'autre classe? » (Lara, 20 min 30).


⁶⁰ « Et une fraise, ça équivaut à une tasse ? » « Ben, si elle est gigantesque, oui. » (Phileas et Matt, 18 min).

ouverte l'option de parler d'un petit fruit (un raisin) ou d'un gros fruit (une banane). Comme déjà explicité dans notre analyse a priori de la tâche, dans les interventions contextuelles, il y avait aussi le fait que nous avons volontairement laissé un flou dans certaines données, qui se prêtaient bien à des interventions contextuelles. La confusion des élèves est donc légitime d'une certaine manière. Certains éléments contextuels auraient pu leur donner matière à discussion, mais ils n'ont finalement pas concrétisé cette possibilité.

1.1.2.2 Discussion des manifestations de la composante Rechercher lors de la séance 3

Dans cette sous-section, nous discutons des manifestations de la composante Rechercher pour les trois équipes lors de la séance 3 en fonction des pratiques critiques mobilisées à l'aide du tableau comparatif suivant.

Tableau 13. Tableau comparatif des manifestations de la composante Rechercher au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 3

Interventions PC 	SÉANCE 3		
	Tableau comparatif des manifestations de la composante RECHERCHER (R) au regard des types d'intervention des pratiques critiques		
Type d'intervention des pratiques critiques	ÉQUIPE ORANGE	ÉQUIPE ROUGE	ÉQUIPE JAUNE
1. Non justifiée (NJ)	4 (80 %)	7 (47 %)	13 (31 %)
2. Justifiée (JU)	0	4 (26.5 %)	5 (12 %)
3. Critériée (CR)	0	0	1 (2,5 %)
4. Éthique (ET)	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	0	0	0
6. Évaluative (EV)	0	0	0
7. Épistémique (EP)	0	0	1 (2,5 %)

8. Métacognitive (ME)	1 (20 %)	4 (26.5 %)	21 (50 %)
9. Autocritique (ACR)	0	0	0
10. Autocorrectrice (ACO)	0	0	1 (2,5 %)
TOTAL :	5 (8 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	15 (23 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	42 (33 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)

Nous pouvons observer que le nombre de manifestations varie grandement entre les équipes pour cette séance. Alors que l'équipe ORANGE n'a mobilisé que 5 fois cette composante, l'équipe ROUGE l'a mobilisé 17 fois et l'équipe JAUNE, 42 fois. Cette importante disparité s'explique possiblement par le fait que chez l'équipe ORANGE un consensus se manifestait dès le début de la séance 2 et lors de la séance 3, et qu'elle avait déjà trouvé la réponse à la question statistique à la fin de la séance 2. Une situation semblable se présentait pour l'équipe ROUGE. Notre hypothèse à l'égard de ces observations peut être formulée ainsi : étant donné que ces équipes ont déjà déterminé une réponse, il ne leur est plus nécessaire de rechercher d'anciennes ou de nouvelles informations, ou encore de mettre en œuvre des stratégies différentes.

À la différence de ces deux équipes, au sein de l'équipe JAUNE, il se manifestait une dissension jusqu'à la fin de la séance 3. Par ailleurs, il s'agit de la seule équipe dans laquelle on observe (environ deux fois) plus de manifestations de la composante Rechercher lors de la séance 3 comparativement à la séance 2⁶¹. Cette dissension avait lieu à trois niveaux : 1) le nombre des réponses prises en compte au total pour calculer la moyenne chez les garçons, 2) la prise en

⁶¹ Précisons ici que le découpage d'une activité (ou processus de résolution) ne dépend pas nécessairement de la séance à laquelle nous sommes (malgré les indications que les enseignants peuvent donner), mais plutôt de l'espace de résolution dans lequel l'équipe se trouve.

compte des réponses non quantitatives et 3) les résultats différents obtenus entre Ali comparativement à ceux de Andy et Sam.

Ainsi, la majorité des interventions métacognitives ou justifiées de cette équipe se sont manifestées lors des discussions à l'un des trois niveaux de dissension, surtout au deuxième. Par exemple, deux interventions apportaient des précisions. Ces dernières ont été amenées par recomptage du nombre total des réponses qui ont été considérées pour le calcul des moyennes, d'une part par Ali et d'autre part par Andy et Sam. Cet apport de précision dans ce contexte avait pour but de montrer clairement à Ali l'erreur qui s'est produite en n'ayant tenu compte que de 15 des réponses chez les garçons pour le calcul de la moyenne chez ce groupe. Il nous semble qu'en présence d'une dissension constante – qui a débuté à la séance 2, mais qui a perduré lors de la séance 3 –, nous pouvons observer une manifestation plus forte et à plus de moments différents de la composante Rechercher, contrairement à ce qui été constaté dans les deux autres équipes.

1.1.3 Discussion des manifestations de la composante Interpréter

Rappelons brièvement que la mobilisation de cette composante fait intervenir toutes formes d'information comme les graphiques, les résumés ou d'autres productions issues de l'analyse statistique. Il s'agit d'interconnecter de nouvelles idées ou informations avec les connaissances existantes afin d'élargir nos connaissances grâce à de nouveaux liens.


Pour la séance 2, 8 % des manifestations de la dimension 3 de la PS chez l'équipe ORANGE, 15 % chez l'équipe ROUGE et 5 % chez l'équipe JAUNE sont des manifestations de la composante Interpréter.

Pour la séance 3, 11 % des manifestations de la dimension 3 de la PS chez l'équipe ORANGE, 18 % chez l'équipe ROUGE et 23 % chez l'équipe JAUNE sont des manifestations de la composante Interpréter. Dans les sections suivantes, nous allons discuter des résultats, pour chaque séance, à l'aide d'un tableau comparatif des manifestations de la composante Interpréter au regard des types d'intervention des pratiques critiques des trois équipes.

1.1.3.1 Discussion des manifestations de la composante Interpréter lors de la séance 2

Dans cette sous-section, nous discutons des manifestations de la composante Interpréter pour les trois équipes lors de la séance 2 en fonction des pratiques critiques mobilisées à l'aide du tableau comparatif suivant.

Tableau 14. Tableau comparatif des manifestations de la composante Interpréter au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 2

Interventions PC 	SÉANCE 2		
Type d'intervention des pratiques critiques	Tableau comparatif des manifestations de la composante Interpréter (I) au regard des types d'intervention des pratiques critiques		
	ÉQUIPE ORANGE	ÉQUIPE ROUGE	ÉQUIPE JAUNE
1. Non justifiée (NJ)	8 (53 %)	3 (9.5 %)	2 (40 %)
2. Justifiée (JU)	1 (7 %)	16 (51.5 %)	1 (20 %)
3. Critériée (CR)	0	2 (6.5 %)	0
4. Éthique (ET)	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	1 (7 %)	0	0
6. Évaluative (EV)	0	0	0
7. Épistémique (EP)	2 (13 %)	0	0
8. Métacognitive (ME)	3 (20 %)	10 (32.5 %)	2 (40 %)
9. Autocritique (ACR)	0	0	0

10. Autocorrectrice (ACO)	0	0	0
TOTAL :	15 (8 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	31 (15 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	5 (5 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)

Du côté de l'équipe ORANGE, les manifestations de cette composante semblent comporter un certain jugement de valeur de leur part sur certaines données lors de l'analyse. Par exemple, pour Lila et Ina, elles étaient convaincues que la moyenne des garçons serait supérieure à celle des filles, « *car ils mentent* » et « *comme le gars qui a écrit 34...* ».

En effet, pour invalider la pertinence de plusieurs réponses du sondage qui leur semblent exagérées chez les garçons, elles ne se sont ni basées sur des informations précises issues du sondage ni sur de nouvelles informations éventuelles que celles-ci auraient pu collecter lors de l'analyse des données, par exemple en posant des questions de clarification aux élèves de la classe qui avaient fourni ces réponses. L'une des élèves de cette équipe fournit une explication contextuelle. En effet, selon elle, le nombre « 33 » serait plausible s'il s'agissait « [de] raisins ».


En analysant de près les interventions interprétatives de l'équipe ROUGE, elles portaient également, surtout, sur des données isolées du sondage. Les élèves ajoutaient par exemple leur explication à certaines unités fournies dans des réponses, comme « tasses ». Ces interventions sont semblables à celles de l'équipe JAUNE, par leur nature et leur rôle quand elles sont mobilisées dans le cadre du nettoyage des données. Par ailleurs, parmi les trois équipes ciblées, l'équipe JAUNE a le moins manifesté la composante Interpréter lors de la séance 2, à la fois en nombres et en pourcentages des manifestations. Ce sera l'inverse pour cette équipe lors de la séance 3 comme nous allons le voir par la suite. Les différences des manifestations de cette composante nous

semblent avoir des liens avec le rôle des désaccords au sein de l'équipe JAUNE, ce qui donne l'impression de faire « décaler » en quelque sorte ces manifestations vers la séance 3 et fait en sorte que l'on en observe que très peu lors de la séance 2.

1.1.3.2 Discussion des manifestations de la composante Interpréter lors de la séance 3

Dans cette sous-section, nous discutons des manifestations de la composante Interpréter pour les trois équipes lors de la séance 3 en fonction des pratiques critiques mobilisées à l'aide du tableau comparatif suivant.

Tableau 15. Tableau comparatif des manifestations de la composante Interpréter au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 3

Interventions PC 	SÉANCE 3		
	Tableau comparatif des manifestations de la composante Interpréter (I) au regard des types d'intervention des pratiques critiques		
Type d'intervention des pratiques critiques	ÉQUIPE ORANGE	ÉQUIPE ROUGE	ÉQUIPE JAUNE
1. Non justifiée (NJ)	1 (14 %)	3 (25 %)	7 (22.5 %)
2. Justifiée (JU)	4 (57 %)	6 (50 %)	8 (26 %)
3. Critériée (CR)	0	0	2 (6.5 %)
4. Éthique (ET)	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	0	3 (25 %)	1 (3 %)
6. Évaluative (EV)	0	0	1 (3 %)
7. Épistémique (EP)	0	0	0
8. Métacognitive (ME)	2 (29 %)	0	12 (39 %)
9. Autocritique (ACR)	0	0	0
10. Autocorrectrice (ACO)	0	0	0
TOTAL :	7 (11 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	12 (18 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	31 (23 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)

Une comparaison du nombre de manifestations de la composante Interpréter lors de cette séance nous montre une similitude avec le nombre de manifestations de la composante Rechercher que nous avons discutée plus haut. Il y a également, dans ce cas, une disparité importante entre le nombre de manifestations de la composante Interpréter chez les équipes ORANGE et ROUGE et chez l'équipe JAUNE.

Néanmoins, en termes de pourcentages, plus que la moitié de ces manifestations mobilisées par l'équipe JAUNE sont de types non justifié (22.5 %) et métacognitif (39 %). Ces chiffres montrent qu'il y a bien une discussion au sein de cette équipe, car ces élèves discutent des trois points de dissension, mais que ces interventions restent à un niveau très peu évaluatif. En effet, seulement 6.5 % des répondants, les interventions étaient de type critérié, 3 % de type contextuel, 3 % de type évaluatif et aucune intervention n'était de type autocritique ou autocorrectif. Ce constat laisse supposer que le regard que portent les élèves de cette équipe sur leurs propres pratiques – pour celle-ci en particulier, mais aussi pour les autres équipes en général – est peu évaluatif, en tant qu'individu ou groupe.

L'extrait suivant représente un exemple assez typique du déroulement de la discussion qui a lieu au sein de l'équipe JAUNE. Il se situe vers la fin de la séance 3. La discussion portait à ce moment sur la prise en compte des trois réponses qualitatives (« je ne sais pas »). Ali était convaincu qu'il serait nécessaire de les « *remplacer par un « 0 »* », alors que de leur côté, Sam et Andy n'étaient pas d'accord avec cette proposition.

Andy	Mais oui, c'est parce que nous, on n'a pas mis « 0 » qui équivaut à ceux qui ont mis « je ne sais pas ».	CR-ME
Sam	C'est vrai.	EV
Andy	C'est pour ça que j'ai mis le nombre des [sic] gens qui ont répondu.	ME

Ces deux élèves ont le souci de fournir à leur coéquipier plus de détails sur leur technique de nettoyage des données, alors qu'en réalité, comme ils considéraient le total des réponses de 22 des garçons et qu'ils n'ont associé aucune valeur aux trois réponses non quantitatives, cela correspond mathématiquement à associer un « 0 » à chacune de ces trois réponses. Nous pouvons ainsi dire qu'une réflexion comparative des deux techniques (qui n'était en fait qu'une même technique en termes statistiques) n'avait pas lieu au sein de cette équipe, et que la mobilisation des interventions de la composante Interpréter a contribué à ajouter des éléments de précision, mais pas d'idées ou de connaissances nouvelles à ces équipes.

Par ailleurs, de manière générale, les manifestations de la composante Interpréter tendent à exposer le fait que les élèves ne mobilisaient pas la composante Interpréter de la même manière que les experts. Dans ce modèle expert de Wild et Pfannkuch (1999), cette composante sert à interconnecter de nouvelles idées ou informations avec les connaissances existantes pour accroître leurs connaissances grâce à de nouveaux liens et une nouvelle compréhension ou interprétation de ces idées et informations. Au contraire, les interventions mobilisées par les élèves dans ce contexte s'avèrent très courtes et isolées et ne mobilisent qu'une référence personnelle. Par conséquent, elles sont difficilement vérifiables par d'autres élèves.

Ces interventions ne créaient que très peu de liens nouveaux entre les réponses ou les informations alors que, au contraire, elles auraient pu mener à une compréhension plus large et interconnectée des données et des idées. Globalement, les manifestations de la composante

Interpréter tendent à indiquer que ces dernières n'ont pas permis d'apporter de réflexion ou de discussion plus large sur les données ou les résultats de leur analyse.

1.1.4 Discussion des manifestations de la composante Critiquer

Rappelons brièvement que la mobilisation de cette composante vise à vérifier la pertinence des informations et des idées en les confrontant à des points de repère internes (ce que nous connaissons nous-mêmes, en vérifiant avec nos connaissances contextuelles et statistiques) et des points de repère externes (les connaissances des autres personnes, en échangeant et discutant avec d'autres élèves, des collègues, ou des experts; de la littérature pertinente ou d'autres sources d'informations).


Pour la séance 2, 12 % des manifestations de la dimension 3 de la PS chez l'équipe ORANGE, et seulement 1 % des manifestations de la dimension 3 de la PS chez l'équipe JAUNE sont des manifestations de la composante Critiquer. L'équipe ROUGE n'a mobilisé aucune manifestation de cette composante.

Pour la séance 3, ni l'équipe ORANGE ni l'équipe ROUGE n'a mobilisé la composante Critiquer parmi ses manifestations de la dimension 3 de la PS. Quant à l'équipe JAUNE, 8 % des manifestations de la dimension 3 de la PS ont été codées en tant que manifestations de la composante Critiquer.

1.1.4.1 Discussion sur les manifestations de la composante Critiquer lors de la séance 2

Dans cette sous-section, nous discutons des manifestations de la composante Critiquer pour les équipes ORANGE et JAUNE lors de la séance 2.

Tableau 16. Tableau comparatif des manifestations de la composante Critiquer au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 2

Interventions PC 	SÉANCE 2 Tableau comparatif des manifestations de la composante Critiquer (C) au regard des types d'intervention des pratiques critiques		
	ÉQUIPE ORANGE	ÉQUIPE ROUGE	ÉQUIPE JAUNE
Type d'intervention des pratiques critiques			
1. Non justifiée (NJ)	0	0	0
2. Justifiée (JU)	3 (23 %)	0	0
3. Critériée (CR)	1 (8 %)	0	0
4. Éthique (ET)	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	0	0	0
6. Évaluative (EV)	0	0	0
7. Épistémique (EP)	6 (46 %)	0	0
8. Métacognitive (ME)	3 (23 %)	0	1 (100 %)
9. Autocritique (ACR)	0	0	0
10. Autocorrectrice (ACO)	0	0	0
TOTAL :	13 (12 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	0	1 (1 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)

L'équipe ORANGE a mobilisé plus de manifestations de la composante Critiquer comparativement aux autres équipes lors de la séance 2. Par ailleurs, 6 des 13 interventions de cette équipe étaient des interventions de type épistémique. Cinq de ces six interventions ont été mobilisées par Ina, mettant l'accent sur son doute quant à la pertinence des nombres fournis

comme réponses par les garçons dans le sondage. Bien que la majorité de ces interventions ne soient pas justifiées, c'est-à-dire qu'elles restent au niveau de leur opinion personnelle et non d'une réflexion ou discussion de nature statistique⁶², nous pouvons dire qu'il est raisonnable de remettre en question la validité de certaines réponses, comme « 30 légumes et 3 fruits » (G8). En ce sens, Ina semblait avoir mobilisé cette composante davantage pour remettre en question la pertinence de quelques données isolées qui lui semblaient exagérées. Elle semblait les confronter à des points de repère internes qui sont implicites. Si le but de la mobilisation de la composante Critiquer avait été de vérifier la pertinence de ces données questionnables, cette équipe aurait pu aller demander des précisions aux élèves de la classe qui étaient les auteurs de ces réponses. Cependant, il faut rappeler que le statisticien n'aurait pas accès à cette possibilité, en tout cas, puisqu'il travaille avec des données complètement dépersonnalisées et anonymes. Il s'agit en effet d'une autre spécificité de la tâche que nous avons proposée dans le cadre de notre thèse – ce ne sont pas seulement des élèves du début du secondaire, mais, de plus, ils travaillent sur leurs propres données et peuvent faire l'effort nécessaire pour essayer de s'identifier. Or, ce qui est particulièrement intéressant à retenir pour nous, c'est le fait que les élèves, lors de leur travail en équipe, ont donné un accès à leurs discussions in situ et nous ont ainsi fourni un portrait authentique de la manière dont ils avaient travaillé les données.

⁶² « Il y a beaucoup de gens qui mentent. » ou encore « Je pense qu'il y a beaucoup qui sont faux mais on va le faire quand même » (Ina, 13-14 min).

Par ailleurs, l'équipe ORANGE a mobilisé, lors de cette séance, une seule intervention de type critérié, qui est également de type métacognitif⁶³. La critique a été portée par une élève sur la mobilisation de l'estimation, qui s'avère en fait l'association d'une valeur approximative à une réponse telle qu'« une tasse de fruits et deux tasses de légumes ». Pour renforcer sa critique envers la façon de faire de ses coéquipières, cette élève a mobilisé aussi une intervention à la fois justifiée et métacognitive⁶⁴. Sa mise en garde à l'effet de rappeler qu'une estimation, par sa nature de devoir interpréter et traduire différentes réponses, rendrait plus difficile le calcul exact, s'avère pertinente dans ce contexte. En même temps, les interventions de cette élève mettaient également en évidence que certaines réponses complexes ou approximatives du sondage contraindraient les élèves à prendre une décision qui peut ne pas paraître évidente et qui peut être critiquée ou remise en question, ou encore qui peut mener également à une dissension au sein d'une équipe, comme c'était le cas chez l'équipe JAUNE.

Pour ce qui est de l'équipe JAUNE, elle a mobilisé une seule fois la composante Critiquer dans cette séance. Il s'agissait d'un bref retour d'Andy sur leur technique⁶⁵ pour la vérifier au regard de l'intervention d'Ali qui a proposé, de façon correcte, statistiquement parlant, d'éliminer les réponses non quantitatives. Le fait qu'Andy amène une critique de type métacognitif est révélateur pour la dynamique au sein de son équipe, car il examinait brièvement leur façon de faire, alors qu'en même temps, il n'entrait pas dans une confrontation d'idées comme le proposait

⁶³ « Mais vous avez presque tous estimé, donc on ne peut pas dire exactement, parce que vous avez estimé » (Lara, 25 min).

⁶⁴ « Comment ça, vous n'avez pas estimé, parce qu'il y a des réponses comme « une tasse » (Lara, 25 min).

⁶⁵ « Mais on le compte comme personne [sic], mais on ne met pas le « 0 » ». (Andy, 29 min). [Remarque : par « le », Andy désigne une réponse non quantitative].


Ali. En termes concrets, Andy et Sam auraient pu s'attarder davantage, prendre plus en considération la proposition d'Ali et la comparer avec leurs sous-techniques pour discuter quelles influences chacune de ces sous-techniques aurait pu avoir et en quoi elles auraient pu, ou non, modifier la moyenne et pourquoi. Une telle discussion aurait pu révéler si chacun de ses résultats différents aurait eu un sens ou aurait été pertinent pour répondre à la question statistique posée.

Par ailleurs, les manifestations de la composante Critiquer, à la fois de l'équipe ORANGE que de l'équipe JAUNE, nous ont montré que dans les faits, ces manifestations portent sur la façon dont les élèves ont procédé lors du nettoyage des données. Ils ont réagi de manière assez prompte et ont pris des décisions qui semblaient implicites ou encore peu évidentes pour au moins l'un des membres d'une équipe. En d'autres termes, face à des réponses qualitatives ou approximatives du sondage, les critères mobilisés au sein d'une équipe n'ont pas été objectivés, c'est-à-dire explicités et discutés par tous les membres de l'équipe pour que ces critères deviennent non seulement clairs, mais encore fondés sur un consensus. Ce genre de consensus peut être motivé ou par des raisons de convenance ou, encore mieux, basés sur des mégacritères comme la justesse, la cohérence ou la viabilité de ces décisions (Gagnon, 2011a, 2012).

1.1.4.2 Discussion des manifestations de la composante Critiquer lors de la séance 3

Dans cette sous-section, nous discutons des manifestations de la composante Critiquer pour les trois équipes lors de la séance 3, lesquelles s'élèvent à 8 % pour l'équipe JAUNE. Chez les équipes ORANGE et ROUGE, nous n'avons observé aucune manifestation de cette composante.

Tableau 17. Tableau comparatif des manifestations de la composante Critiquer au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 3

Interventions PC 	SÉANCE 3		
Type d'intervention des pratiques critiques	Tableau comparatif des manifestations de la composante Critiquer (C) au regard des types d'intervention des pratiques critiques		
	ÉQUIPE ORANGE	ÉQUIPE ROUGE	ÉQUIPE JAUNE
1. Non justifiée (NJ)	0	0	2 (20 %)
2. Justifiée (JU)	0	0	3 (30 %)
3. Critériée (CR)	0	0	0
4. Éthique (ET)	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	0	0	0
6. Évaluative (EV)	0	0	0
7. Épistémique (EP)	0	0	1 (10 %)
8. Métacognitive (ME)	0	0	3 (30 %)
9. Autocritique (ACR)	0	0	1 (10 %)
10. Autocorrectrice (ACO)	0	0	0
TOTAL :	0	0	10 (8 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)

Toutes les interventions de pratiques critiques au regard de la composante Critiquer portent sur la prise en compte des réponses non quantitatives, discordance majeure de l'équipe jaune lors de la séance 3.

Aucune intervention ne porte sur le calcul de la moyenne. En effet, les deux « sous-équipes » ont réussi à calculer les deux moyennes, quoique non identiques, et sont arrivées à la même conclusion, à savoir que les garçons consomment plus de fruits et de légumes par jour que les filles.

Les trois manifestations du type justifié dans cette séance ont été mobilisées par Ali pour défendre sa technique face à celle de ses deux coéquipiers. Par le biais de la discussion au sein de son équipe, il se positionne par rapport à la technique de ses deux coéquipiers et semble avoir le besoin de mobiliser davantage cette composante afin de défendre sa façon de faire, à savoir remplacer toutes les trois réponses par « 0 ». Les justifications servent donc à affirmer une position par rapport à une autre lors d'un conflit intraéquipe, comme c'était le cas pour l'équipe JAUNE. Précisons également le fait observable qu'étant donné que, deux des trois manifestations ont eu lieu à la suite d'interventions directes du chercheur par des questions abordant directement ce désaccord dans cette équipe (de façon à provoquer des réflexions chez l'équipe), il y a fort possiblement un effet causé par des interventions du chercheur sur la mobilisation d'un tel type de composante.

Vers la fin de cette séance, toujours en dissension avec ses deux coéquipiers du traitement des réponses non quantitatives, Ali a fourni une critique qui est à la fois de types justifié, métacognitif et épistémique⁶⁶, une pratique critique peu mobilisée par les élèves dans le contexte de la réalisation de la tâche statistique. Nous pouvons observer que tout en examinant la question de savoir s'ils avaient toutes les réponses nécessaires pour le calcul de la moyenne, Ali a exprimé également son rapport aux informations. En effet, il défendait la technique selon laquelle on doit prendre en compte toutes les données pour le calcul de la moyenne et, ce faisant, qu'il est impossible de laisser de côté certaines données, même si ce sont des données qualitatives, pour

⁶⁶ « Mais si on ne met pas les 0, on n'aura pas le nombre exact des données. Si on ignore les deux 0, on aura 2 données de moins. On n'aura pas la bonne réponse » (Ali, séance 3).

obtenir « la bonne réponse ». Il a défendu cette position par rapport aux données jusqu'à la fin du travail d'équipe, ce qui explique également pourquoi il proposait de remplacer les réponses non quantitatives du sondage par un zéro. Dans ce contexte, ces interventions nous semblaient nécessaires, car elles provoquaient un début de débat statistique au sein de l'équipe, mais en même temps, ces types d'interventions mobilisées ne semblaient pas suffisantes pour provoquer de réflexion de nature dialogique, c'est-à-dire coopérative (versus compétitive), entre les élèves. En effet, les manifestations de la composante Critiquer n'ont pas été mobilisées dans le but de susciter une discussion menant à un vrai consensus objectif de l'équipe, mais ont été mobilisées dans le sens d'une critique qui oppose des points de vue et des opinions sans vouloir parvenir à un consensus.

Par ailleurs, la conception d'Ali de l'équipe JAUNE, selon laquelle la « bonne technique » mènera à « la bonne réponse », et non une réponse adéquate, nous montre une conception plutôt déterministe des statistiques en général que l'on est en mesure d'observer chez des élèves, comme c'est le cas chez Ali. En effet, plusieurs auteurs ont soulevé le fait que souvent, à l'école, la résolution des problèmes mathématiques scolaires demande aux élèves de trouver la (seule) solution correcte et acceptée (Burrill et Biehler, 2013; Gattuso, 2008; Vännman, 1990). Également, dans le cadre de l'enseignement de la statistique au primaire et au début de secondaire, l'enseignement met souvent l'accent sur les calculs statistiques et non sur la promotion d'un développement d'une analyse authentique et sur une appréciation globale des données statistiques (Cobb, 1999; Gattuso, 2008; Savard et Manuel; 2016).

1.1.5 Discussion des manifestations de la composante Juger


Rappelons brièvement que la mobilisation de cette composante nous sert à décider de ce que nous retenons et de ce que nous écartons comme idées ou informations. Il s'agit de prendre une décision basée sur des arguments, de juger de la fiabilité de l'information, de l'utilité des idées.

Cette composante ne s'est manifestée que très rarement chez les trois équipes lors des séances 2 et 3. En effet, pour la séance 2, seulement 2 % des manifestations de la dimension 3 de la PS chez l'équipe ORANGE et 2 % chez l'équipe JAUNE sont des manifestations de la composante Juger. L'équipe ROUGE n'a mobilisé aucune de manifestation de cette composante. Pour la séance 3, ni l'équipe ORANGE ni l'équipe ROUGE n'a mobilisé de manifestation de la composante Juger. Quant à l'équipe JAUNE, 6 % des manifestations de la dimension 3 de la PS ont été codés comme manifestations de la composante Juger.

1.1.5.1 Discussion des manifestations de la composante Juger lors de la séance 2

Dans cette sous-section, nous discutons des manifestations de la composante Juger pour les trois équipes lors de la séance 2, qui s'élèvent de 0 % et 2 %.

Tableau 18. Tableau comparatif des manifestations de la composante Juger au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 2

Interventions PC 	SÉANCE 2		
	Tableau comparatif des manifestations de la composante Juger (J) au regard des types d'intervention des pratiques critiques		
Type d'intervention des pratiques critiques	ÉQUIPE ORANGE	ÉQUIPE ROUGE	ÉQUIPE JAUNE
1. Non justifiée (NJ)	1 (33.33 %)	0	2 (100 %)
2. Justifiée (JU)	1 (33.33 %)	0	0
3. Critériée (CR)	0	0	0
4. Éthique (ET)	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	0	0	0
6. Évaluative (EV)	0	0	0
7. Épistémique (EP)	1 (33.33 %)	0	0
8. Métacognitive (ME)	0	0	0
9. Autocritique (ACR)	0	0	0
10. Autocorrectrice (ACO)	0	0	0
TOTAL :	3 (2 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)	0	2 (2 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)

À un seul moment de la séance 2, Ina de l'équipe ORANGE a mobilisé une intervention à la fois justifiée et épistémique pour porter un jugement sur le résultat de 5 obtenu comme moyenne de la consommation quotidienne de fruits et de légumes pour les garçons⁶⁷. Elle reconnaissait, certes, ce résultat comme résultat final de son équipe après l'analyse des données, mais en même temps, elle maintenait toujours un doute sur la véracité de certaines réponses au sondage chez les garçons. Il est intéressant d'observer chez cette élève que son doute est demeuré jusqu'à la fin

⁶⁷ « Paraît-il que les gars mangent plus de fruits et de légumes, c'est ce qu'ils ont dit, mais ça peut être des mensonges » (Ina, 25 min).

de la séance à un niveau plus personnel. Néanmoins, il est important de préciser qu'il s'agit d'un jugement personnel qui se base toutefois sur un contexte, même si celui-ci reste implicite, et sur un effort de considérer un résultat de manière globale (ici, les garçons par opposition implicite aux filles).

Ceci est possiblement dû, d'une part, au fait que ses coéquipières ne se sont pas opposées à ce doute et, d'autre part, au fait que ce doute n'a empêché, à aucun moment, l'équipe ORANGE de calculer les deux moyennes qui leur semblaient plutôt plausibles et qui leur ont donc permis de répondre à la question statistique. Il nous semble qu'il y a également le contrat didactique qui intervient dans ce contexte. Souvent, dans des tâches scolaires, on demande de résoudre une tâche, un problème, mais c'est plutôt en « faisant comme si ». Le contexte du problème ne correspond pas à ce qui se passe en réalité, comme le mentionnent Gattuso (2008), Mai Huy (2013) et Vännman (1990). Ces auteurs précisent que d'une certaine manière, on demande souvent aux élèves de fournir une réponse, voire la (seule) réponse correcte, et que la remise en question, ou encore la volonté de rectifier certaines données n'est que rarement acceptée à l'école. Nous émettons ainsi l'hypothèse que les élèves, par effet de contrat, éprouvent de la difficulté à assumer pleinement toutes les possibilités que leur offre la tâche statistique (en termes de remise en question, de choix à faire, etc.).

Par ailleurs, nous pouvons également nous interroger sur la façon dont cette équipe aurait abordé ce doute s'il n'y avait pas eu un tel consensus tout le long de la séance. En d'autres termes, est-ce qu'un consensus fortement présent chez une équipe, comme c'est le cas ici, pourrait être un facteur d'inhibition d'aller plus loin dans sa réflexion et, de ce fait, créer un débat ou une réflexion

de nature dialogique au sein de l'équipe. Nous pouvons également émettre, dans ce cas, l'hypothèse qu'on ne considérerait peut-être pas, au sein de l'équipe, que cette réflexion en valait la peine si elle n'avait aucun impact sur la résolution de la tâche scolaire, ou encore sur la réponse.

Les deux manifestations de la composante Juger lors de la séance 2 chez l'équipe JAUNE consistaient en une première conclusion de l'équipe basée sur la moyenne de consommation quotidienne de fruits et de légumes des 8 filles de la classe que cette équipe a calculée et qui était de « 3 par jour »⁶⁸. À la suite d'une intervention du chercheur, cette équipe a manifesté, de manière non justifiée, un jugement par rapport à un résultat obtenu par un calcul. L'équipe a jugé ainsi que cette information leur était importante et utile, et qu'elle serait retenue pour la suite. En effet, ce résultat a été retenu comme résultat définitif pour Andy et Sam seulement, car Ali de son côté, et se basant sur ses propres calculs, allait retenir 4 comme moyenne de la consommation quotidienne de fruits et de légumes des 8 filles de la classe. Au regard du résultat de 3 retenu comme moyenne, les deux manifestations de type non justifié nous semblent logiques, dans le sens où il existait un consensus entre Andy et Sam lors de la résolution du problème et lors des calculs effectués. De plus, une remise en question de ce résultat par Ali n'a pas eu lieu. Donc, ce résultat a paru assez révélateur et pertinent à cette équipe sans justification ou autre explication pour l'appuyer.

⁶⁸ « La moyenne des filles pour les fruits et légumes, c'est 3 par jour » (Sam, 21 min).

1.1.5.2 Discussion des manifestations de la composante Juger lors de la séance 3

Dans cette sous-section, nous discutons des manifestations de la composante Juger pour les trois équipes lors de la séance 2, qui s'élèvent à 6 % pour l'équipe JAUNE. Les équipes ORANGE et ROUGE n'ont manifesté aucune intervention en lien avec cette composante.

Tableau 19. Tableau comparatif des manifestations de la composante Juger au regard des types d'intervention des pratiques critiques pour la séance 3

Interventions PC ↓	SÉANCE 3		
	Tableau comparatif des manifestations de la composante JUGER (J) au regard des types d'intervention des pratiques critiques		
Type d'intervention des pratiques critiques	ÉQUIPE ORANGE	ÉQUIPE ROUGE	ÉQUIPE JAUNE
1. Non justifiée (NJ)	0	0	0
2. Justifiée (JU)	0	0	5 (62.5 %)
3. Critériée (CR)	0	0	2 (25 %)
4. Éthique (ET)	0	0	0
5. Contextuelle (CO)	0	0	0
6. Évaluative (EV)	0	0	0
7. Épistémique (EP)	0	0	0
8. Métacognitive (ME)	0	0	1 (12.5 %)
9. Autocritique (ACR)	0	0	0
10. Autocorrectrice (ACO)	0	0	0
TOTAL :	0	0	8 (6 % des manifestations de la dimension 3 de la PS)

Parmi les 8 manifestations de la composante Juger mobilisées par l'équipe JAUNE lors de la séance 3 (11^e minutes à 13^e minute environ), cinq sont de type justifié, deux sont de type critérié et une est de type métacognitif. Rappelons que l'équipe JAUNE était la seule équipe des trois où une dissension au regard de la considération des réponses non quantitatives a eu lieu jusqu'à la fin

de la séance 3 au sein de l'équipe. Nous avons pu relever dans les analyses qu'Ali a mobilisé des interventions de type justifié plus souvent que ses coéquipiers lorsqu'il a obtenu ses résultats et lorsqu'il les comparait à ceux de ses coéquipiers. Au regard de ses propres résultats (4 en moyenne pour les filles et 7 en moyenne pour les garçons), Ali a également mobilisé une intervention de type critérié pour appuyer sa conclusion à savoir que selon ses résultats⁶⁹, les garçons mangent davantage de fruits et de légumes que les filles. Andy a complété cette conclusion avec la précision, de manière justifiée, qu'il s'agit de moyennes.

Vers la 20^e minute de la séance 3, Andy, en mobilisant deux interventions justifiées, a jugé qu'Ali se trompait dans ses calculs parce que ce dernier n'a pas considéré les 30 réponses du sondage pour calculer les moyennes. Andy a jugé qu'Ali n'a « pas pris tout le monde ». Andy avait vraisemblablement comme but de clore la discussion intraéquipe concernant le traitement de certaines données en exposant l'erreur à Ali et en invalidant ainsi sa technique. Le rôle de la composante Juger était d'écarter une technique éventuelle à laquelle un élève de cette équipe a eu recours.

Par extension de cette intervention, Andy mobilise un jugement critérié vers la minute 30, à la suite de l'intervention du chercheur. Le critère mobilisé se base sur la propriété mathématique du 0 comme étant l'élément neutre de l'addition. Or, le critère de 0 étant l'élément neutre de l'addition, il est correct dans l'exemple avancé par Andy⁷⁰, mais ne peut pas s'appliquer aux

⁶⁹ « Bon, j'ai fini de calculer, regarde, ça, ce sont des femmes, et ça ce sont des hommes » (Ali, 11 min 45). Pour Ali, le critère est le caractère binaire du sexe de la question statistique retenue.

⁷⁰ Il prenait l'exemple spontané de 3, pour expliquer qu'en additionnant « 0 » à 3, la somme des fruits et de légumes reste 3 et on doit diviser 3 par 2 pour obtenir la moyenne.

trois réponses non quantitatives. En effet, en répondant « je ne sais pas », nous pouvons dire que les participants n'ont pas répondu à la question, en fournissant une réponse non quantifiable. Par conséquent, dans le travail de nettoyage des données, il serait plus raisonnable, dans les circonstances, de les écarter du calcul de la moyenne de la consommation quotidienne des fruits et légumes chez les garçons. Ainsi, le nombre total des répondants (ou des « personnes » pour Andy et Sam) diminue également de 3, ce qui signifie concrètement dans notre tâche statistique qu'on divise la somme de fruits et de légumes par 19 et non par 22. Cette conception de Sam et d'Andy, bien que sous une forme plus implicite, correspond à la conception « zéro ne change rien » qu'ont répertoriée Mary et Gattuso (2005) dans leur recherche portant sur la résolution des problèmes semblables de moyenne chez des élèves du secondaire. Dans leur calcul, ces deux élèves ont implicitement remplacé les trois réponses non quantitatives par un 0, car ils ont maintenu le nombre total des réponses à 22 pour le calcul de la moyenne chez les garçons⁷¹. Ces élèves semblent considérer que ces trois réponses non quantitatives ne changeraient rien à la moyenne. Dans le cadre de notre recherche, le fait d'avoir porté un jugement critérié a permis de trancher par rapport à une technique de leur coéquipier. Toutefois, cela n'a pas permis aux élèves de prendre une distance critique par rapport à leur technique ou leur raisonnement, car ils n'ont pas pris conscience de l'impact sur la moyenne de comptabiliser ces données comme étant de valeur 0. Ce constat semble corroborer les résultats de recherches de Gagnon (2008) qui ont montré que la mobilisation des interventions critériées est certes nécessaire, mais non suffisante pour manifester

⁷¹ Vers la minute 28, Andy a donné une interprétation à leur procédure : « En gros, les « je ne sais pas », on [les] a mis dans le nombre de personnes, on n'a [sic] pas mis dans le gros calcul des fruits et des légumes, parce que ça ne change rien dans les fruits et légumes, ça change juste dans les personnes. »

une PC en tant que pratique évaluative et justificative dans le but de déterminer ce qu'il y a lieu de croire (au sens épistémologique) ou de faire (aux sens méthodologique et éthique) en considérant consciencieusement les critères de choix et les diversités contextuelles.

1.2 Discussion de quelques constats généraux

Pour les séances 3, chez l'équipe ORANGE, dans laquelle un consensus prévalait dès le début de la séance 2 concernant la technique à développer pour répondre à la question statistique, aucune manifestation des composantes Critiquer et Juger n'a été observée. Ainsi, en ce qui concerne la séance 3, la dimension interrogative de la PS ne s'est manifestée chez cette équipe qu'à travers les composantes Générer, Rechercher et Interpréter (65 manifestations dont 82 % de la composante Générer, 7.5 % de la composante Rechercher et 10.5 % de la composante Interpréter).

Pour les séances 2 et 3, chez l'équipe ROUGE, aucune manifestation des composantes Critiquer et Juger n'a été observée. Ainsi, la dimension 3 de la PS ne s'est manifestée chez cette équipe qu'à travers les composantes générer, rechercher et interpréter (208 à la séance 2⁷² et 67 à la séance 3⁷³). Rappelons, d'une part, que les mandats de la tâche statistique des séances 2 et 3 n'étaient pas les mêmes et que, d'autre part, l'équipe ROUGE s'était accordée assez rapidement au début de la séance 2 sur une technique commune. Au moins pour cette équipe, nous pouvons

⁷² Dont 61 % de la composante Générer, 24 % de la composante Rechercher et 15 % de la composante Interpréter.

⁷³ Dont 57 % de la composante Générer, 25 % de la composante Rechercher et 18 % de la composante Interpréter.

constater que les pourcentages des manifestations des composantes semblent être stables quand on compare la séance 2 à la séance 3.

En ce qui concerne l'équipe JAUNE, il s'agissait de la seule équipe des trois où nous avons pu observer plus de manifestations de la dimension 3 de la PS à la séance 3 (132 au total) par rapport à la séance 2 (102 manifestations au total). Il s'agit également de la seule des trois équipes ayant démontré des manifestations de la composante Critiquer (8 %) et Juger (6 %) à la séance 3. Cela nous permet de dire que, vraisemblablement, la dissension au sein de l'équipe a des influences non seulement sur leurs manifestations de la dimension 3 de la PS, parce que cette équipe n'a pas suivi le mandat de la séance 3, mais se concentre principalement sur la discussion des éléments de leur dissension. Aussi, nous pouvons également dire qu'un tel conflit sociocognitif semble faire émerger chez des élèves davantage d'éléments de critique et de jugement, ce qui n'a pas été le cas chez les élèves où un tel désaccord n'a pas surgi.

L'un des constats montrait également que le désaccord de l'équipe JAUNE a fait en sorte que pendant la séance 3, les élèves discutaient davantage des éléments de discorde qu'ils n'étaient préoccupés de répondre aux mandats de la séance 3. Par exemple, Ali a manifesté une critique, en vérifiant en détail les calculs écrits, à l'égard du fait que ses coéquipiers n'ont pas considéré toutes les 22 réponses chez les garçons dans leur calcul de la moyenne. De la même manière, Andy a porté un jugement, de façon justifiée, qu'Ali (non plus) « *n'a pas tout le monde* », et ce serait lui qui aurait tort (séance 3, minute 20). Aussi, leur désaccord concernait la considération des réponses qualitatives et semblait les mener à une sorte d'obstination ou de dialogue de sourds (dans le sens de « j'ai raison et tu as tort »), qui faisait en sorte que chacun restait figé dans son

camp sans tenter de comprendre le raisonnement de l'autre. Ceci vient possiblement du fait que les élèves sont des apprentis en statistique et que dans le cas d'un désaccord, ils n'ont pas de connaissances suffisantes dans le domaine pour expliciter et défendre leurs arguments (situation mise en évidence, entre autres, dans les interventions d'Ali).

Par ailleurs, en réalisant un retour sur la nature de la tâche statistique, et en présence de la prépondérance des manifestations de la composante Générer chez les trois équipes lors des deux séances, sauf pour l'équipe JAUNE lors de la séance 3, il nous semble que non seulement cette tâche a été traitée par des apprentis en statistiques, mais elle semblait ressembler à une tâche « purement » mathématique pour les élèves. Elle a été traitée en grande partie comme telle, et ce, malgré le fait que les données ont été collectées des élèves mêmes. On peut fort possiblement croire que ces données de nature quantitative ont bien servi aux élèves à un traitement mathématique assez rapide pour trouver les moyennes pour la comparaison et pour répondre à la question statistique. Il nous semble par ailleurs que la nature de la question statistique aurait pu avoir une influence plus importante sur la manière dont les élèves abordent les données et sur la façon dont ils réalisent la tâche statistique. Il est important de souligner ici le constat que, bien que le contexte soit statistique et que les données statistiques soient collectées auprès des élèves, ces éléments nous semblent peu garants du fait que les élèves y ont vu un sens qui les relie au réel (dans le sens du contexte de collecte et d'émergence de ces données), comme Gattuso (2006) l'avait suggéré.

Des résultats de recherche de Pfannkuch et Wild (2004) corroborent les nôtres à cet égard. En effet, ils ont pu observer que des élèves du secondaire ont plutôt tendance à considérer des

données statistiques comme des nombres sans égard aux aspects contextuels inhérents à ce type de données. Ainsi, ces auteurs ont souligné le fait que ce manque d'attention discernable portée aux connaissances contextuelles sur les données et aux éléments du réel contenus dans les ensembles de données limite les possibilités pour les élèves d'interagir avec les données, de les interpréter et d'en tirer des conclusions, et éventuellement de les remettre en question.

Nos résultats de recherche indiquent, du moins en ce qui concerne la tâche qui leur a été présentée dans notre expérimentation didactique, qu'il est difficile pour les élèves du début du secondaire de se détacher d'un certain automatisme habituel en mathématiques, notamment par le fait que souvent, pour les tâches mathématiques, on accepte qu'une seule réponse correcte de la part des élèves. Ainsi, la composante Générer du cycle d'interrogation de la PS nous semble faire intervenir le plus d'éléments de nature procédurale (recours à des calculs et formules) lors de la résolution du problème.

De manière générale, nous pouvons également mettre en évidence que les résultats de notre recherche indiquent que les caractéristiques de la tâche statistique semblent avoir peu favorisé la mobilisation de la composante Critiquer du cycle d'interrogation. Ni la nature contextuelle des interventions ni le fait qu'il s'agisse des données des élèves qui aient été utilisées ne semblent avoir amené⁷⁴ une telle mobilisation. Par ailleurs, nous avons constaté une mobilisation limitée des outils statistiques par les équipes. Ces résultats nous portent à croire que les élèves ne connaissant que peu d'outils ou de techniques variées pour faire de l'analyse statistique – du fait

⁷⁴ Dans notre recherche, comme nous avons pu l'observer, les élèves ont mobilisé un grand nombre de manifestations de la composante Générer, mais dont très peu sont des interventions de nature contextuelle.

que ces outils sont en construction au début du secondaire –, il devient plus difficile pour eux d’engager des discussions sur la plus ou moins grande pertinence de chacun des outils⁷⁵. Ce sont des éléments dont disposent des experts en statistique, mais pas des élèves du début du secondaire. En comparant la façon dont la composante Critiquer s’est manifestée dans nos données et la façon qu’elle a été décrite auprès des experts dans le modèle de Wild et Pfannkuch (1999), développée à partir de l’analyse du travail des experts en statistiques, nous pouvons constater des différences assez majeures. En effet, le modèle d’experts a démontré qu’en processus d’analyse des données, le statisticien mobilise ses points de référence internes (ses propres connaissances contextuelles et statistiques à l’égard de ces données) et externes (par des discussions avec d’autres experts, des collègues ou en consultant la littérature ou d’autres sources pertinentes sur la question). Or, les élèves ne maîtrisent que peu d’outils techniques ou mentaux et ne possèdent pas dans leur répertoire les références essentielles pour pouvoir les mobiliser par eux-mêmes. Par ailleurs, ils ne parviennent pas à le faire de manière efficace, ce qui pourrait leur permettre de s’en distancier mentalement et d’examiner leur propre processus de pensée ou leur manière de faire.

Dans ce contexte, il aurait été intéressant, surtout lors de la grande plénière finale, ou encore en entrevues semi-dirigées, soit individuelles, soit en équipes, de confronter ces élèves face à leur conception et de discuter avec eux de la nature des statistiques pouvant mettre en valeur une réflexion moins déterministe. En effet, plusieurs recherches ont pu montrer que le contexte peut s’avérer favorable à influencer le raisonnement des élèves et les pistes menant à

⁷⁵ Relativisons néanmoins que la tâche menait quand même facilement vers un recours à la moyenne, qui était l’une des techniques pertinentes identifiées dans notre analyse a priori de la tâche.

différentes réponses adéquates, partant d'une même question statistique au départ (Mai Huy, 2013; Mai Huy et al., 2013; Mary et Theis, 2007).

2. DISCUSSION DES CONSTATS SUR LES INTERVENTIONS DE PRATIQUES CRITIQUES

Un constat général se dégage fortement à partir des résultats de notre recherche : les interventions éthiques sont totalement absentes du codage que nous avons effectué pour les trois équipes. Cette absence est causée, selon notre hypothèse, d'une part, par la nature de la question statistique telle que formulée et retenue pour la traiter, et d'autre part, par le contexte de la réalisation de l'activité statistique dans la classe. Tout d'abord, rappelons que la question était ainsi formulée : « Est-ce que les filles de la classe consomment plus de fruits et de légumes que les garçons? ». La question statistique implique une comparaison des variables statistiques et a été traitée dans un contexte mathématique, qui, a priori, demande aux élèves de mobiliser une technique d'analyse de nature statistique et n'implique que peu d'enjeux éthiques dans ce contexte. Ainsi, les résultats de notre recherche tendent à montrer que le contexte dans lequel les élèves mènent leur réflexion et leurs discussions, et la nature de la tâche, ici statistique, semblent avoir une certaine influence, ou semblent délimiter les types d'interventions de pratiques critiques que mobilisent les élèves, et ce, à l'intérieur de leurs équipes (pendant le travail d'équipe), mais également dans les interactions entre les équipes (pendant les plénières). Ainsi, nos résultats vont à l'encontre des propositions de Daniel (2005) selon qui il faut toujours observer des dimensions éthiques pour parler de pensée critique. En effet, nous avons montré que malgré une absence totale de mobilisation des interventions éthiques lors de la réalisation de la tâche statistique, les trois

équipes ont mobilisé les autres interventions critiques lors des séances 2 et 3, mais aussi lors de la plénière à la fin. Par ailleurs, la nature et le contexte de la tâche ne se prêtaient pas ici à des interventions éthiques.

Un autre constat concerne les interventions critiques contextuelles : chez les trois équipes, ce type d'interventions ne dépasse pas 6 % (par exemple pour l'équipe ROUGE à la séance 3). Ce type d'intervention est parfois même totalement absent (équipe ORANGE séance 3 et équipe JAUNE séance 2). Ces résultats semblent montrer l'influence de la façon dont les élèves ont abordé la question et le peu d'importance qu'ils ont accordée au contexte. En effet, les données à analyser sont issues du sondage réalisé auprès de tous les élèves de leur classe. De plus, le contexte de consommation de fruits et de légumes, représentant un contexte habituel pour les élèves, n'a que peu d'influence lors du nettoyage des données chez les trois équipes, plus précisément sur discussion sur la validité des réponses. Aussi, la façon dont la plupart des réponses au sondage ont été formulées semble être assez claire pour les élèves. Rappelons ici que dans le choix de la tâche, nous avons pris soin de partir de leurs propres données⁷⁶, et malgré ce choix, il n'y a que peu d'interventions contextuelles mobilisées par les équipes. Il serait important de souligner la différence entre une « prise en compte du contexte » au sens large (ce que les élèves ont quand même fait en différentes occasions) et une mobilisation d'une « intervention (critique)

⁷⁶ Nous sommes également conscients que les considérations contextuelles des élèves ne se limitent pas uniquement à la provenance des données. Certains ont émis, par exemple, des hypothèses contextuelles face aux données (p. ex. « c'est peut-être un végétarien »).

contextuelle »⁷⁷, qui s'appuie sur des critères spécifiques et qui est moins apparue à l'évidence chez les élèves. En effet, d'une part, les considérations contextuelles manifestées par les élèves s'avèrent être guidées par l'exigence de respecter une logique de spécificité et semblent viser à mettre en évidence l'importance des particularités situationnelles (Gagnon, 2010)⁷⁸. Par exemple, dans le cas d'une réflexion ou discussion sur le suicide assisté (Gagnon, 2010), les élèves du secondaire étaient conscients et ont insisté davantage sur l'importance de mobiliser des interventions contextuelles (et éthiques). D'autre part, la nature de la tâche statistique en général et de la question statistique en particulier dans le cadre de notre thèse ainsi que la nature des données à traiter dans cette tâche semblaient prêter peu à une mobilisation des interventions critiques contextuelles chez les élèves.

Par ailleurs, les interventions évaluatives n'ont été mobilisées que très peu chez les trois équipes, ne dépassant jamais 2 % au total lors d'une séance. Une différence assez nette peut s'observer en revanche lors de la présentation des résultats par les trois équipes en plénière, où nous avons pu observer que 17 % (13 des 75 interventions mobilisées lors de la plénière) des interventions des pratiques critiques étaient des interventions évaluatives. Rappelons que ce type d'intervention est l'intervention qui se rapporte au mode propre de la PC, qui se situe dans l'axe des mégacritères identifiés par Lipman (2003), et qui tend à « donner de la valeur », qu'elle soit d'ordre épistémologique, éthique ou logique. Nos résultats nous montrent que ce type

⁷⁷ Gagnon (2011a), en faisant référence à Lipman (2003), a défini spécifiquement qu'une intervention contextuelle est une « intervention qui permet de nuancer les jugements, d'éviter les généralisations hâtives par la prise en compte des particularités situationnelles, et de mettre en évidence les divers cadres de référence » (p. 478).

⁷⁸ Cette recherche a été menée dans le cadre d'une réflexion éthique portant sur le suicide assisté réalisée par des élèves du secondaire.

d'intervention ne semble se manifester que très peu lors du travail d'équipe. En d'autres termes, les équipes tendent à prendre peu de recul par rapport à leur processus de résolution et par rapport aux outils statistiques qu'ils étaient en train de mobiliser, ainsi qu'aux résultats qu'ils ont obtenus de leur analyse. Les interventions évaluatives mobilisées dans ce contexte de travail d'équipes portaient sur les données comme telles. Lorsque les élèves font face à des résultats ou des techniques différents des autres équipes, et qu'ils sont invités explicitement et fréquemment par le chercheur à se prononcer par rapport à ces éléments des autres équipes, ils se manifestent davantage en adoptant une posture évaluative à l'égard du travail et des résultats des autres. Ces interventions évaluatives se produisent en majorité par rapport à leurs résultats ou techniques⁷⁹. De manière plus générale, nous pouvons dégager un constat intéressant, à savoir que la posture évaluative dans ce contexte sert surtout à intervenir sur ce que les autres (équipes) ont fait. Or, ces constats importants laissent supposer que dans le cas où les élèves auraient utilisé les mêmes critères, les mêmes stratégies et seraient arrivés aux mêmes résultats, une telle hausse des interventions évaluatives lors de la grande plénière finale ne serait pas observable. Nos résultats rejoignent ceux issus de la thèse de Gagnon (2011a) qui ont montré que :

Si les élèves (en sciences du moins) ne sont pas invités explicitement à réfléchir sur les outils mobilisés lors de l'activité, ou encore sur les valeurs des savoirs qui en découlent, ils ne seront vraisemblablement pas portés à le faire par eux-mêmes.

(p. 195)

⁷⁹ Un exemple d'une intervention évaluative : « Sylvie, elle disait qu'il y a plus de gars que de filles, mais nous, on a pris le nombre de filles qu'il y en a de moins, comme il y a 8 filles, donc on a pris le même nombre de gars, donc 8 gars... » (Matt en plénière, 14 min 30).

Ainsi, il semble qu'un guidage⁸⁰ par le chercheur ou l'enseignante, mais aussi la nature du dispositif mis en place lors de l'activité, augmente visiblement l'engagement des élèves dans des pratiques évaluatives, du moins dans le cadre de notre recherche lors d'une activité statistique, et dans le cadre des cours de sciences (Gagnon, 2011a), également auprès des élèves du secondaire.

À ce stade, nous voulons également amener une discussion au niveau épistémique : lorsqu'il y a des échanges et des remises en question, c'est souvent autour d'aspects techniques, soit pour ce qui est du nettoyage des données, de la façon d'arrondir, etc. Il y a peu ou rarement de discussions sur des questions plus fondamentales (par exemple, est-ce que la moyenne est l'outil adapté pour interpréter? Est-ce que c'est le seul outil pertinent pour répondre à la question? Ou encore à quoi ressemble la distribution de l'ensemble des données à analyser?). Quelquefois, il y a des discussions pour remettre en question des données isolées, par ailleurs. Par exemple, les trois équipes ont discuté de la validité de la réponse « 30 légumes et 3 fruits », qui représente une valeur extrême de la distribution. Or, les équipes n'ont pas discuté de l'influence qu'exercerait forcément une telle donnée sur la distribution et surtout sur la valeur de la moyenne de cet ensemble de données qu'elles étaient en train d'analyser. Dans notre analyse a priori de la tâche, nous avons déjà ciblé le rôle du contexte dans la clarification de plusieurs réponses de la variable du nombre de fruits mangés. Notamment, face à un nombre très élevé de fruits et de légumes, les élèves

⁸⁰ Précisons ici que ces questions posées par le chercheur en plénière aux équipes étaient plutôt directes et appelaient souvent à une justification ou à une explication d'une technique. Avec d'autres types de questions ciblées, possiblement qu'on aurait généré d'autres types d'intervention aussi, par exemple des interventions contextuelles, ou encore épistémiques. Bien que ce n'est pas ici l'objet d'étude de notre thèse, l'influence des types de questions ou d'interventions (ciblées par rapport à celles non ciblées) d'un chercheur ou d'une enseignante sur les types d'interventions de pratiques critiques mobilisées par les élèves pourrait tout aussi bien faire l'objet d'une autre recherche.

pourraient argumenter en faveur d'un refus de considérer cette réponse dans leurs calculs en raison du fait qu'une telle quantité serait improbable pour une consommation quotidienne. En même temps, une telle grande quantité de fruits et de légumes pourrait quand même se justifier s'il s'agissait d'une quantité de petits légumes, comme des pois ou des haricots. La validité d'une telle réponse peut se défendre en y amenant une précision contextuelle plausible : cet élève pourrait bien être un végétarien ou végane et mangerait ainsi plus de fruits et de légumes quotidiennement que les autres élèves, majoritairement omnivores. Ainsi, pour une telle donnée, le contexte peut venir en aide aux élèves dans un débat et une prise de décision à l'égard de certaines données. Par ailleurs, encore faut-il que les élèves dans ce cas soient conscients du poids d'une telle quantité sur le calcul, et donc sur la valeur de la moyenne qu'ils obtiennent en gardant une telle donnée pour le calcul de la moyenne. Pour diminuer la grande influence de telles données sur les résultats d'analyse, dans notre analyse a priori de la tâche, nous avons également mis en évidence des recours possibles à la comparaison des distributions des deux ensembles de données à l'aide des graphiques. Ainsi, les élèves auraient pu s'appuyer sur d'autres techniques tout aussi pertinentes en statistique comme une comparaison des écarts entre les données, ou une comparaison de l'étendue des données chez les filles et chez les garçons, ou encore une comparaison relative des réponses en valeurs numériques.

Les résultats de notre recherche semblent montrer que les élèves du secondaire ayant participé à l'étude n'ont pas tendance à se poser des questions d'ordre général sur la distribution d'un ensemble de données ou sur le rôle que joueraient les données extrêmes de la distribution en général et leur influence sur la moyenne en particulier, s'ils décident de prendre en compte ces

données dans leurs calculs. Par ailleurs, il s'agit peut-être aussi d'une difficulté des échanges en équipes. Les idées formulées par les élèves sont émises de manière un peu diffuse, avec beaucoup d'implicites. Lorsque des statisticiens échangent entre eux, ils disposent généralement de références communes et validées au préalable sur les outils statistiques et ils utilisent un langage clair pour le faire. Dans ce cas, les élèves sont en apprentissage de ces outils. Les idées se manifestent, sont exprimées vaguement, s'envolent⁸¹ et il est difficile de les récupérer sans l'aide de l'enseignant. Par ailleurs, il nous semble aussi y avoir la valeur des données recueillies et des comparaisons possibles si, dans la tête d'un élève, un pois correspond à un légume alors que pour l'autre ça en prend beaucoup plus (par exemple « une portion » de légume). Ainsi, le caractère flou de la quantité ici pose problème. Cette difficulté semble être à la limite de nature épistémologique, et qui n'a pas été abordée directement lors de l'activité statistique. Nous pouvons dire, au sujet du caractère flou de la quantité, que le fait que les élèves ne l'aient pas remise en question est significatif aussi, d'une certaine manière.

⁸¹ Par exemple l'idée d'Ina de l'équipe ORANGE selon laquelle plusieurs garçons auraient « triché » ou « menti » quand ils ont répondu au sondage. Ou encore l'idée de représentation concrète d'une « tasse » de fruits ou de légumes. Ou encore l'idée débattue dans l'équipe JAUNE à savoir s'il est possible de représenter les réponses non quantitatives par un « 0 ».

3. DISCUSSION SUR LES ENJEUX SOUS-JACENTS DE LA TECHNIQUE DE LA MOYENNE ET SUR LES VARIABLES DIDACTIQUES DE LA TÂCHE

La technique de la moyenne est l'une des techniques pertinentes que nous avons identifiées et décrites dans l'analyse a priori de la tâche. Les trois équipes l'ont mobilisée pour arriver à répondre à la question statistique.

Il nous semble que le manque de recul par rapport à l'outil de la moyenne a fait en sorte que les élèves sont restés rivés à un seul critère, qui était de savoir s'ils devaient, ou non, considérer les réponses qualitatives pour leurs calculs. En fait, il n'y a pas vraiment eu de réelle discussion sur ce qu'il fallait faire pour inclure les données en question. Comme nous avons déjà discuté plus haut lors de la discussion sur les manifestations de la composante Critiquer lors de la séance 3, chacun a fait un choix et a essayé de le défendre ensuite. Les échanges et certains éléments permettent de voir sur quoi se fondent ces choix, mais ceux-ci restent quand même assez partiels.

Il est fort probable également qu'au début du secondaire, les élèves n'ont pas encore développé un vocabulaire suffisamment riche et clair, spécifique aux statistiques, pour déployer adéquatement leurs arguments. C'est ainsi que nous avons observé qu'Ali, à court d'arguments, a demandé à une figure d'autorité (le chercheur) de trancher pour eux (séance 3, minute 24). En même temps, nous devons souligner le fait que l'équipe JAUNE ait mené des discussions intraéquipes de leur propre gré, sans l'intervention de l'enseignante ou du chercheur, mais sans arriver à un commun accord jusqu'à la fin de la séance 3. Ceci témoigne clairement que leur engagement dans la tâche était très présent.

Nous avons constaté que les sous-techniques varient dans les différentes équipes : l'équipe ROUGE a, en effet, non seulement opté pour la technique de la moyenne, mais a également sélectionné les 8 premières réponses des garçons pour en calculer la moyenne et la comparer à celle des 8 filles. Le choix de cette équipe indique que non seulement la pertinence de ce choix n'a pas été discutée au sein l'équipe, mais également que ces élèves n'étaient, à aucun moment de l'analyse, conscients du fait que calculer la moyenne de cette sélection était superflu. Comme nous l'avons déjà décrit dans l'analyse a priori de la tâche statistique, le choix d'avoir sélectionné 8 réponses parmi les 22 réponses des garçons a fait en sorte que les deux effectifs étaient égaux, ce qui a rendu possible une comparaison des deux sommes, sans passer par la moyenne, pour pouvoir répondre à la question statistique. Il est fort possible que ce choix soit un effet dû à la dynamique de travail à l'intérieur des équipes.

En effet, c'était le cas au sein des équipes ORANGE et ROUGE, où un ou une élève a pris des initiatives et le leadership, et où ses idées et propositions de technique (de la moyenne par exemple) ont été acceptées rapidement et sans discussion ou remise en question de celles-ci. C'est aussi au sein de ces deux équipes que nous avons davantage observé une mobilisation des interventions de types justifié ou métacognitif lorsque le chercheur ou l'enseignante intervenait directement auprès d'elles. En d'autres termes, nos résultats montrent que ces types d'interventions critiques sont peu mobilisées au sein d'une équipe où un fort consensus peut être observé. Il est possible de penser que les élèves vont naturellement vers la moyenne, un outil qui a été enseigné explicitement dans les années antérieures et cette tâche leur semble bien s'y prêter (Gattuso, 2006; Gouvernement du Québec, 2008; Mai Huy, 2013, Mai Huy et al., 2013; Mary et Theis, 2007).

Nous voulons aborder également la décision des équipes d'« arrondir » leurs résultats. En effet, nous avons constaté que pour les trois équipes, arrondir les moyennes allait de soi, car ils n'ont pas discuté de ce choix et de ses implications possibles. Or, dans le cas d'une moyenne, il n'est pas nécessaire de le faire. Nos résultats de recherche viennent corroborer les résultats soulevés dans la recherche de Mary et Gattuso (2005) sur les conceptions des élèves du secondaire à l'égard de la moyenne. En effet, l'une des conceptions associées à la moyenne est que les élèves ont de la difficulté à accepter des valeurs de moyenne qui ne sont pas des nombres entiers ou qui ne font pas partie de l'échantillon. Abondant en ce sens, Proulx et al. (2016) ont précisé que les élèves peuvent parfois difficilement accepter le fait que la moyenne obtenue n'est pas nécessairement égale à l'une des données de la distribution, ni nécessairement possible/plausible dans le contexte. Selon ces auteurs, la moyenne se calcule « à partir de la distribution, mais n'est pas une valeur de la distribution : elle est une valeur fictive comme donnée de la distribution. La moyenne résume en quelque sorte les données de la distribution, leur tendance » (p. 26). Dans cette logique, ces élèves ont tendance à croire que la moyenne serait une valeur approximative non déterminée et donc qu'on peut ou doit l'arrondir à des fins de simplification et afin de lui donner plus de sens dans son contexte.

Par ailleurs, l'équipe JAUNE a demandé à une autorité pour trancher à sa place concernant son désaccord sur le traitement des données qualitatives. Qu'est-ce que cela révèle sur son positionnement par rapport à une difficulté en statistique? Les trois coéquipiers n'arrivaient pas à s'entendre sur une seule manière de traiter ce genre de données ni sur un compromis viable pour toute l'équipe. Ce qui est intéressant, par ailleurs, et aussi différent des deux autres équipes, c'est

le fait qu'aucun des élèves n'ait pris le rôle de décideur et personne n'a agi comme s'il détenait une posture d'autorité pour imposer son point de vue à l'ensemble de son équipe. En effet, jusqu'à la fin de son travail, cette équipe laissait en suspens les deux interprétations attribuées aux réponses qualitatives, car chacun voulait défendre son point de vue. Par ailleurs, cette particularité est aussi l'une des caractéristiques propres aux réponses à des problèmes statistiques (Mai Huy et al., 2013; Martin et Mai Huy, 2015). Pour certains choix, il n'y a pas de bonne réponse dans l'absolu, mais il s'agit plutôt de choix qui se font et qui se défendent en fonction de critères, du contexte, etc. Par ailleurs, pour l'équipe JAUNE, ce qui semblait rendre plus difficile la discussion pour ces élèves était aussi le fait qu'ils travaillaient sur des données différentes. Si les deux sous-équipes avaient inclus les 22 garçons, ils se seraient rendu compte que leur résultat final revenait au même, ce qui aurait permis de faire avancer le travail. Or, dans leur situation, le fait d'avoir des nombres différents de données considérées a occulté le fait que les techniques revenaient en réalité au même.

Par ailleurs, Wild et Pfannkuch (1999) mettent en évidence des points de références internes et externes d'une personne mobilisant la PS expérimentée qui, d'un côté, ne travaille pas sous les mêmes contraintes ou dans le même contexte que des élèves. De l'autre côté, l'expert dispose de plus – en termes de quantité – et plus librement – en termes d'accessibilité – de ces outils et de ces points de repère importants pour mener à terme son travail. Comme didacticiens, nous devons également nous poser la question à savoir quels seraient la place et le rôle d'une confrontation, de manière guidée, des techniques disponibles et mobilisables par les équipes, mais également des techniques possibles. Dans ce sens, il serait important que des éléments dans le dispositif soient aussi mis en place pour provoquer ce genre de confrontations des idées et des

techniques de manière intraéquipes ou en plénière. Par exemple, nous pouvons prévoir dans un tel dispositif les moments précis pour arrêter momentanément la résolution de problème, et de demander explicitement aux élèves de réfléchir à leurs choix et de les justifier. Il serait nécessaire aussi de prévoir des moments où on leur demande de revenir sur leurs processus et de les évaluer, ainsi que de penser l'épistémologie de leur travail. Ici, les questions courtes, explicites et ciblées que nous avons formulées dans notre définition opérationnelle de la dimension 3 (cycle d'interrogation) de la pensée statistique peuvent être utilisées car elles s'avèrent pertinentes pour parvenir à ces fins.

Nous retenons du choix prépondérant chez les équipes en faveur de la moyenne, bien qu'elle soit pertinente en soi comme technique pour réaliser l'analyse des données et pour obtenir une réponse à la question statistique, que celles-ci risquent de réduire la richesse des discussions et la mobilisation plus variée des pratiques critiques lors de la résolution. Ainsi, a posteriori, nous pouvons adresser une certaine critique sur la façon dont la tâche a été construite : les données utilisées semblaient ici rendre facile le recours à la moyenne chez les élèves. Ces constats nous mènent à questionner l'enseignement des outils statistiques aussi robustes et formels comme la moyenne dès le primaire, car les statistiques s'avèrent justement le domaine, en mathématiques scolaires, qui offrent un contexte favorisant une compréhension des concepts mathématiques de manière plus intuitive tout en se basant sur des éléments réels et proches, ou même issus des élèves.

Ainsi, nous devons nous poser la question à savoir comment la procédure pourrait être menée autrement. Nous sommes d'avis que c'est dans le choix des tâches statistiques et des variables didactiques qu'on peut contourner le recours très fréquent à la moyenne. Par exemple,

en réalisant une tâche statistique avec des données qualitatives ou non directement quantifiables, où le recours à la moyenne n'est pas (directement) possible, d'autres techniques et réflexions, mais aussi le contexte des données (en comparaison des données brutes), s'avèrent nécessaires aux élèves pour parvenir à résoudre le problème. Nous pensons ici par exemple à des tâches de comparaison des couleurs de cheveux des élèves d'une classe (Mary et Theis, 2007), ou encore la comparaison des mois de naissance des élèves (Mai Huy, 2013, Mai Huy, Theis et Mary, 2013). De plus, les statistiques favorisent également une pensée non déterministe où plusieurs réponses sont possibles et viables, mais qu'une argumentation basée sur des données ou encore la considération des critères pour justifier ses choix sont nécessaires (Burrill et Biehler, 2013; Cobb, 1999; Gattuso, 2006; 2008; Groth et Bargagliotti, 2012; Lovett et Lee, 2016; Savard et Manuel, 2016; Vännman, 1990; Zieffler et al., 2017).

4. CONCLUSIONS ET PISTES DE RÉFLEXION

Cette dernière partie de notre thèse comporte trois volets. Dans un premier temps, nous résumerons notre recherche de manière succincte. Nous dégagerons, dans un deuxième temps, les résultats majeurs générés ainsi que les apports de notre thèse. La dernière partie servira à exposer les limites de notre étude et ouvrira sur des pistes de prolongement pour d'autres travaux de recherche dont l'intérêt en général sera la PS chez des élèves et en particulier la dimension critique de cette pensée.

4.1 Résumé de la recherche

Grâce à Internet et aux médias, nous avons un accès permanent à l'information. Dans ce contexte, les données statistiques sont omniprésentes (Burrill et Biehler, 2013; Pfannkuch et Rubick, 2002) et sont régulièrement utilisées afin d'influencer l'opinion publique. Considérant les rapports au savoir que d'aucuns entretiennent face aux données quantitatives (Gagnon, 2011a), il apparaît nécessaire d'offrir aux citoyens, et en particulier aux jeunes, des opportunités pour développer une pensée critique à l'égard de ces données (Best, 2001; Burrill et Biehler, 2013; Cobb, 1999; Colaço, 2014; McClain et al., 2000; Savard et Manuel, 2016; Whitin, 2006). D'une part, plusieurs recherches en didactique des mathématiques soulignent l'importance de la pensée critique à l'égard des statistiques et argumentent que la réflexion au regard de données statistiques doit être réalisée en utilisant une pensée critique, c'est-à-dire avec les connaissances nécessaires et une posture évaluative pour aborder des situations quantitatives (Burrill et Biehler, 2013; Shaughnessy, 2007; Whitin, 2006). D'autre part, les quelques recherches réalisées sur la pensée critique des élèves au primaire et secondaire dans le contexte de la philosophie pour enfants (Daniel, 2005; Daniel et Gagnon, 2016; Lipman, 2003) ont montré que ces élèves manifestent un certain degré de pensée critique quand ils abordent des questions philosophiques. Même si les recherches en didactique des mathématiques reconnaissent l'importance de la pensée critique à l'égard des statistiques, aucune recherche n'a, à notre connaissance, opérationnalisé le concept de pensée critique dans le domaine de l'enseignement de la statistique et analysé comment se manifesterait la dimension critique d'une PS dans le contexte de l'apprentissage des statistiques (Wild et Pfannkuch, 1999).

Dans la présente recherche, dont l'objectif principal est de comprendre les manifestations de la dimension critique de la pensée statistique lors de la résolution de problème statistique chez des élèves du début du secondaire, nous avons réalisé un sondage auprès d'une classe de deuxième année du secondaire

. Les résultats du sondage ont été compilés et présentés à cette classe afin que des équipes formulent des questions statistiques qui les intéressent. Par la suite, une analyse a priori des questions les plus pertinentes a été effectuée par le chercheur. La question statistique finalement retenue était : « Est-ce que les filles de la classe consomment plus de fruits et de légumes par jour que les garçons? ». La résolution de ce problème statistique se déroulait sur deux séances en classe et se terminait avec une plénière où plusieurs équipes d'élèves ont présenté leurs techniques d'analyse et leurs résultats à la classe. Ces éléments ont été discutés lors de cette plénière.

Trois équipes ont été sélectionnées et leur travail a fait l'objet d'analyses approfondies aux fins de notre recherche. Afin de pouvoir réaliser ces analyses fines et de répondre à nos questions spécifiques de recherche, nous avons également élaboré une définition opérationnelle du cycle d'interrogation de la PS, ainsi qu'une double grille d'analyse pour pouvoir analyser en détail chacune des cinq composantes de la dimension 3 (dimension interrogative) de la PS. Celle-ci est observée en complémentarité grâce à la mobilisation d'un ou de plusieurs types d'intervention de pratiques critiques (Gagnon, 2011a), comme une intervention non justifiée, justifiée, contextuelle, critériée, éthique, évaluative, métacognitive, épistémique ou encore autocritique et autocorrectrice.

4.2 Apports de la recherche

4.2.1 *Retour sur les interventions concernant les variables didactiques*

À la lumière de notre étude, nos résultats indiquent que le contexte dans lequel les élèves mènent leur réflexion et leurs discussions, et la nature de la tâche statistique, semblent influencer ou délimiter les types d'interventions de pratiques critiques mobilisées par les élèves, et ce, à l'intérieur de leurs équipes (pendant le travail d'équipe), mais également dans les interactions entre les équipes (pendant les plénières).

Bien que cela reste un défi à la lumière de nos nombreux constats de l'étude, les résultats de notre recherche nous font penser que les éléments du quotidien des élèves, alimentés par un travail sur leurs propres données et dans un contexte statistique qui leur est familier, pourraient même soutenir l'intérêt pour les mathématiques comme outil permettant de rendre la réalité plus tangible. En d'autres termes, l'apprentissage des statistiques en général et la maîtrise continue des concepts et des outils statistiques en particulier pourraient se renforcer par les discussions autour de sujets statistiques proches du quotidien des élèves, par la participation de ceux-ci à des projets statistiques, et par l'utilisation de statistiques concrètes tout en rendant possible le fait d'introduire du réel dans le cours de mathématique (Burrill et Biehler, 2013; Cobb, 1999; Cobb et Moore, 2000; Gattuso, 2006; Groth et Bargagliotti, 2012; Lovett et Lee, 2016; Martin et Mai Huy, 2015; Savard et Manuel, 2016; Vännman, 1990).

4.2.2 *Apports sur le plan des outils méthodologiques : le cas de notre grille d'analyse à double entrée*

L'une des contributions de notre thèse à l'avancement des connaissances en didactique des mathématiques se situe au niveau méthodologique. En effet, afin de pouvoir répondre à nos questions spécifiques et d'analyser en profondeur la dimension interrogative – qui s'observe en complémentarité grâce à la mobilisation d'un ou de plusieurs types d'intervention de pratiques critiques (Gagnon, 2011a), nous avons développé et utilisé une grille à double entrée spécifiquement adaptée à l'analyse de nos données de recherche. En effet, la grille nous a permis de déceler des résultats d'analyse spécifiques et de nouvelles connaissances de manière très détaillée de chacune des cinq composantes de la dimension 3 de la PS, chez chacune des trois équipes ciblées (analyse intraéquipe), mais aussi dans une comparaison entre ces trois équipes (analyse et comparaison interéquipes).

Par ailleurs, l'utilisation d'une grille d'analyse à double entrée nous a permis non seulement de relever, mais également de situer en contexte toutes tendances critiques (ou pas) chez les élèves. Ainsi, il nous était possible d'observer, de situer et de décrire de façon détaillée les types d'interventions qui sont davantage mobilisées que d'autres selon les composantes de la PS et les moments du processus de résolution.

Une telle grille à double entrée et présentant une forme de matrice flexible s'avère un outil important pour le chercheur pour pouvoir situer et décrire exactement chaque manifestation selon chaque composante et chacun des types d'interventions critiques en même temps. Ainsi, elle lui

offre la possibilité d'une description précise et détaillée des composantes du cycle d'interrogation. D'une part, il est en mesure de décrire chacune des cinq composantes du cycle d'interrogation de la PS et, d'autre part, il peut faire une description spécifique à l'intérieur de chaque composante du cycle d'interrogation de la PS en fonction des types des interventions critiques, décrire ainsi que comprendre leurs interrelations.

Notre analyse en profondeur a permis également de remettre en question le caractère « cyclique » de la dimension 3 de la PS, proposée dans le modèle initial de la PS de Wild et Pfannkuch (1999). Nous pouvions dégager une certaine tendance d'avancement global d'une composante à une autre au fur et à mesure que le travail d'équipe progressait, selon une concentration plus ou moins importante de manifestations associées à chacune des cinq composantes. Mais les élèves, du moins ceux qui ont participé à notre recherche, n'ont pas mobilisé les cinq composantes de manière continue, mais plutôt en faisant des bonds, selon l'étape où ils étaient rendus dans leur travail, mais aussi selon la nature spécifique de la sous-tâche qu'ils étaient en train de réaliser à l'intérieur du travail d'équipe, par exemple de l'analyse des données. Ceci est possiblement partiellement dû à la nature de la tâche proposée (par exemple des réponses provenant des élèves, la moyenne étant l'une des techniques pertinentes pour répondre à la question posée; la nature de la tâche n'étant pas nouvelle non plus pour les élèves).

Du point de vue de la pertinence scientifique de notre recherche, cet outil méthodologique a grandement contribué à atteindre une démarche d'analyse qualitative rigoureuse et systématique au regard de la légitimité sur le plan de la scientificité et de la traçabilité des résultats. Ainsi, le traitement qualitatif des unités de sens basé sur un codage systématique des manifestations a

permis de générer non seulement des résultats pour répondre à nos questions spécifiques de recherche, mais également d'interpréter et de comparer ces résultats afin de formuler des discussions riches et intéressantes à partir de ces résultats.

4.2.3 En guise de conclusion : une compréhension de la dimension critique de la PS grâce à une recherche exploratoire avec une analyse en profondeur de la dimension 3 de la PS

À notre connaissance, notre étude serait la première en didactique des mathématiques, et de nature exploratoire, qui s'intéresse principalement et en détail à la dimension 3 (interrogative) du modèle de la pensée statistique (Wild et Pfannkuch, 1999). En effet, aucune autre recherche en didactique des mathématiques ne s'est encore penchée principalement sur cette dimension, bien qu'elle soit l'une des quatre dimensions constitutives de la PS selon le modèle quadridimensionnel proposé par ces auteurs. Ainsi, notre recherche a contribué à la compréhension en profondeur de la dimension critique de la pensée statistique. Cette compréhension nouvelle a pu être engendrée grâce d'une part à une description précise et détaillée de chacune des cinq composantes de la dimension 3 de la pensée statistique. Cette description nous était possible, car nous avons pris appui sur notre définition opérationnelle du cycle d'interrogation de la PS selon Wild et Pfannkuch, lors du codage des verbatim, lors de l'analyse des données, mais aussi lors des réflexions pour rédiger notre discussion des résultats. D'autre part, cette compréhension est rendue possible grâce à la grille d'analyse à double entrée, une autre contribution, de nature méthodologique, de notre recherche, et à des discussions systématiques et croisées des pratiques critiques mobilisées à l'intérieur de chaque composante du cycle d'interrogation de la pensée statistique lors de la résolution de problème.

4.3 Limites de la recherche et perspectives de recherche

4.3.1 Limites de la recherche

Notre recherche doctorale a contribué à faire émerger de nouvelles connaissances sur les manifestations de la dimension critique de la PS chez des élèves du début du secondaire dans un contexte de réalisation d'une tâche statistique. Or, elle présente en même temps certaines limites, que nous allons formuler dans cette sous-section.

En ce qui concerne les limites de notre thèse, nous pouvons dire qu'elles se retrouvent, entre autres, sur le plan de la représentativité de notre échantillon retenu pour l'analyse. Mentionnons premièrement que bien que notre recherche exploratoire ait permis de faire comprendre en profondeur les manifestations de la dimension critique de la PS chez des élèves du début du secondaire, nous nous sommes limités, pour notre recherche, à une seule classe québécoise du début du secondaire. Nous pouvons alors mettre en doute sa représentativité à une échelle plus large et nous appelons à la prudence quant aux inclinations éventuelles de généraliser nos résultats de recherche. Ainsi, considérant l'échantillon restreint que nous avons étudié dans le cadre de notre thèse, nous soulignons également les limites certaines quant aux possibilités de généralisation des résultats obtenus et des conclusions tirées à partir de nos données.

En ce qui concerne les outils méthodologiques, nous sommes conscients de la complexité du croisement de ces deux cadres, à la fois en PS et en PC. La grille d'analyse à double entrée a été développée spécifiquement dans le cadre de notre recherche, et elle s'est avérée un outil tout à fait pertinent pour analyser et comprendre en détail et en profondeur à la fois chacune des cinq

composantes du cycle d'interrogation de la PS, mais également pour observer et situer précisément dans leur contexte toutes mobilisations de pratiques critiques à l'intérieur de ces composantes. Toutefois, ces deux cadres sont à première vue très distincts et comportent des finalités éducatives et didactiques différentes. Dans ces deux champs respectifs, une complexité s'observe pour le chercheur, car il coexiste chez les experts de chaque champ d'études plusieurs façons d'aborder et de circonscrire la PS ou la PC, mais également plusieurs postures théoriques, et donc des modèles différents pour aborder ces concepts. Dans le cadre de notre étude, cependant, cet arrimage s'avérait nécessaire pour pouvoir faire ressortir les résultats de différentes natures afin de répondre à nos questions spécifiques de recherche. Ceci exige une maîtrise des notions dans les deux champs et requiert de faire ressortir des liens et des ressemblances entre ces deux notions sans toutefois devenir nécessairement experts des deux. En ce sens, l'outil méthodologique que nous avons développé et utilisé avec succès dans notre recherche peut s'avérer complexe et difficile d'usage pour un chercheur moins expérimenté en didactique des mathématiques qui s'intéresse au même sujet, ou encore à un enseignant en statistique, ou un stagiaire étudiant en formation des enseignants qui souhaiterait se servir de notre outil pour analyser des séquences de résolution de problèmes de ses élèves. Ainsi, il nous semble nécessaire d'adapter davantage cet outil non seulement au niveau scolaire, mais aussi aux types de problèmes ou de situations statistiques. En même temps, il serait utile, à notre avis, pour chaque type de situation statistique, d'en réaliser une analyse didactique a priori afin d'être plus conscients et attentifs à l'avance aux types de pratiques critiques qui risquent de se manifester plus ou moins lors de la réalisation de ces situations statistiques par les élèves.

Ainsi, nous voulons également aborder ici le défi du double codage avec la grille à double entrée : on constate, par exemple, une difficulté pour le chercheur à trancher entre deux types de codages. Dans ce sens, un chercheur travaillant avec une telle grille peut éprouver de la difficulté à obtenir un codage stable et qui exige un travail intensif au niveau du codage. Cette recherche a constitué un travail important en termes de temps et de concentration pour un chercheur, mais aussi par la nature parfois ambiguë de certaines manifestations des élèves. La grille exige un certain temps pour s'y habituer et pour maîtriser son emploi pour l'analyse. Ainsi, une analyse a priori détaillée et critique de la tâche statistique peut aider à cibler et à mettre l'accent sur certains types d'interventions critiques qui risquent d'être mobilisées davantage que d'autre.

4.3.2 Perspectives de recherche

Malgré le fait que notre étude a permis de décrire et de comprendre en profondeur la dimension critique de la PS à travers une activité statistique en classe de début du secondaire, de multiples questions restent encore sans réponse et pourraient faire l'objet de futures recherches.

En effet, nous avons pu observer que la nature de la tâche statistique dans le cadre de notre recherche semble avoir joué un rôle dans la mobilisation différente (en termes de quantité et de qualité) de chacune des cinq composantes du cycle d'interrogation de la PS lors de la résolution de cette tâche. Il serait donc intéressant d'étudier les manifestations de ces composantes à travers plusieurs activités statistiques de natures différentes (sondages, exploration et discussion des données dans les médias ou des réseaux sociaux sur un sujet de controverse, etc.).

Il serait également intéressant d'envisager de mener une recherche-formation, de courte ou de moyenne durée, auprès d'enseignants sensibles et intéressés non seulement à l'enseignement de la statistique, mais également aux processus de pensée statistique des élèves qui font face à un point de vue différent où les réponses sont relatives, mais les arguments restent fondés sur des résultats quantitatifs.

De plus, pour mieux comprendre la mobilisation des pratiques critiques lors de l'appropriation de la statistique chez des élèves du secondaire, il serait nécessaire que des réflexions de futures recherches portent sur les relations entre connaissances disciplinaires et PC (par exemple par une recherche comparative des élèves de différents niveaux scolaires réalisant les mêmes tâches statistiques). Ainsi, nous imaginons qu'une telle recherche pourrait comparer la manifestation des pratiques critiques en classe à travers des activités statistiques, ou encore probabilistes⁸², mobilisées d'un côté par des élèves formés à la PC et de l'autre par ceux non formés à la PC. Une telle recherche comparative pourrait contribuer à mieux comprendre les similitudes et les différences de la genèse et des mécanismes de la mobilisation d'une PC à l'égard des savoirs disciplinaires, de la statistique pour notre champ d'intérêt, issus d'échanges entre des êtres humains, qui ne seraient ni vrais absolument, ni entièrement relatifs. En ce sens, comme plaidé par plusieurs auteurs (Giroux, Gagnon, Lessard et Cornut, 2011) : « œuvrer au développement de la PC des élèves face à [...] [aux données], c'est prévoir des espaces dans lesquels ils seront invités

⁸² Car ces deux domaines ont plusieurs points de convergences et peuvent être étudiés ensemble, comme objet d'étude en recherche sur les stochastiques (Martin et al., 2017), ou peuvent être enseignés conjointement (Martin et Mai Huy, 2015).

à réfléchir aux processus d'élaboration, à la valeur, à la portée et aux limites des [données], qu'elles soient scientifiques ou non » (p. 3).

Il serait important aussi pour des recherches futures de s'intéresser à comprendre, à moyen ou à long terme, l'interrelation entre le cycle d'interrogation (cycle 3 du modèle de la PS de Wild et Pfannkuch (1999) et les dispositions (cycle 4 de ce modèle) d'une personne mobilisant la PS. Selon ces auteurs, ces dispositions font partie intégrante d'une PS et influencent sa manière de penser. Or, des recherches futures sont cependant nécessaires pour observer comment ces dispositions influenceraient ou possiblement limiteraient une personne mobilisant la PS à mobiliser les cinq composantes du cycle d'interrogation de la PS, dans un contexte scolaire et sur une durée plus longue. Étudier cette interrelation serait utile afin de comprendre comment une personne mobilisant la PS développerait une PS en général, et en particulier serait en mesure de dépasser la dimension « technique » de résolution d'un problème statistique basée sur les connaissances statistiques, importantes certes, mais non suffisantes. Dans le même d'ordre idées, d'autres recherches s'avèrent intéressantes pour comparer notamment les manifestations des composantes de ces cycles et leurs interrelations chez des élèves ou étudiants des niveaux scolaires différents (du primaire au cégep ou encore universitaire) lors de la réalisation d'une même activité statistique ou de problèmes statistiques de même nature.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ayache, M. et Dumez, H. (2011). Le codage dans la recherche qualitative une nouvelle perspective? *Le Libellio d'AEGIS*, 7(2), 33-46.
- Bailin, S., Case, R., Coombs, J. R. et Daniels, L. B. (1999). Conceptualizing critical thinking. *Journal of Curriculum Studies*, 31(3), 285-302.
- Ben-Zvi, D. et Friedlander, A. (1997). Statistical thinking in a technological environment. Dans J. Garfield et G. Burrill (dir.), *Research on the role of technology in teaching and learning statistics* (p. 45-55). Voorburg, Pays-Bas : International Statistical Institute.
- Ben-Zvi, D. et Garfield, J. (2004). *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*. Dordrecht, Pays-Bas : Kluwer Academic Publishers.
- Best, J. (2001). *Damned Lies and Statistics: Untangling Numbers from the Media, Politicians, and Activists*. Berkeley, CA, États-Unis : University of California Press.
- Braham, H. M. et Ben-Zvi, D. (2019). Design for Reasoning with Uncertainty. Dans G. Burrill et D. Ben-Gazi (dir.), *Topics and Trends in Current Statistics Education Research* (p. 97-121). Cham, Suisse : Springer.
- Brookfield, S. (1997). Assessing critical thinking. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 75, 17-29.

Burrill, G. et Biehler, R. (2013). Les idées statistiques fondamentales dans le curriculum scolaire.

Statistique et enseignement, 4(1), 5-24

Chance, B. L. (2002). Components of statistical thinking and implications for instruction and

assessment. *Journal of Statistical Education*, 10(3). Repéré à

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10691898.2002.11910677>. Consulté le

1^{er} mai 2017.

Cobb, P. (1999). Individual and Collective Mathematical Development: The Case of Statistical

Data Analysis. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(1), 5-43

Cobb, G. W. et Moore, D. S. (1997). Mathematics, statistics, and Teaching. *The American*

Mathematical Monthly, 104(9), 810-823.

Cobb, G. W. et Moore, D. S. (2000). Statistics and mathematics: Tension and cooperation. *The*

American Mathematical Monthly, août-septembre, 615-630.

Colaço, S. (2014). Learning Statistics in the first grades. Dans K. Makar, B. de Sousa, et R. Gould

(dir.), *Sustainability in statistics education. Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS9, juillet, 2014), Flagstaff, Arizona, USA*.

Voorburg, Pays-Bas : International Statistical Institute.

Daniel, M.-F. (2005). *Pour l'apprentissage d'une pensée critique au primaire*. Québec, QC,

Canada : Les Presses de l'Université du Québec.

- Daniel, M.-F. et M. Gagnon, (2016). Dialogical Critical Thinking with 5- to 12-year-old pupils: A Continuous Epistemological Development. Dans G. Gibson (dir.), *Critical Thinking: Theories, Methods and Challenges*. New York: Nova Science Publishers, 45-76.
- Delors, J. (dir.) (1999). L'éducation, un trésor est caché dedans. *Rapport à l'UNESCO de la commission internationale sur l'éducation pour le 21^e siècle* (2^e éd.). Paris, France : Odile Jacob.
- De Oliveira Souza, L., Lopes, C. E., Pfannkuch, M. (2015). Collaborative Professional Development for Statistics Teaching: A Case Study of Two Middle-School Mathematics Teachers. *Statistics Education Research Journal*, 14(1), 112-134.
- Dewey, J. (2020). How we think. Lexington, MA, États-Unis : D. C. Heath. (Ouvrage original publié en 1910).
- English, L. D., Jones, G. A., Tirosh, D., Lesh, R. et Bartolini Bussi, M. G. (2002). Future Issues and Directions in International Mathematics Education Research. Dans Lyn, D. English: *Handbook of International Research in Mathematics Education*. Mahwah, NJ, États-Unis : Lawrence Erlbaum Associates.
- Ennis, R. H. (1985). A logical basis form measuring critical thinking skills. *Educational Leadership*, 43(2), 44-48.
- Ennis, R. H. (1989). Critical thinking and subject specificity: Clarification and needed research. *Educational Researcher*, 18(3), 4-10.

- Ennis, R. H. (1993). Critical thinking assessment. *Theory Into Practice*, 32(3), 179-186.
- Ennis, R. H. (2011). The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions and abilities. Repéré à https://education.illinois.edu/docs/default-source/faculty-documents/robert-ennis/thenatureofcriticalthinking_51711_000.pdf. Consulté le 5 mai 2018.
- Everson, M., Gundlach, E. et Miller, J. (2013). Social media and the introductory statistics course. *Computers in Human Behavior*, 29(5), A69-A81.
- Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. Millbrae, CA : The California Academic Press.
- Gagnon, M. (2008). *Étude sur la transversalité de la pensée critique comme compétence en éducation : entre « science et technologie », histoire et philosophie au secondaire*. Thèse de doctorat. Université Laval, Québec, Canada.
- Gagnon, M. (2010). Regards sur les pratiques critiques manifestées par des élèves du secondaire dans le cadre d'une réflexion éthique menée en îlot interdisciplinaire de rationalité. *McGill Journal of Education / Revue des sciences de l'éducation de McGill*, 45(3), 463-494.
- Gagnon, M. (2011a). Proposition d'une grille d'analyse des pratiques critiques d'élèves en situation de résolution de problèmes dits complexes. *Revue Recherches qualitatives*, 30(2), 122-147.

- Gagnon, M. (2011b). La transversalité de la pensée critique et des croyances épistémologiques : enjeux de la complexité. Dans *Actes du Colloque international francophone « Complexité 2010 »*. *La pensée complexe : défis et opportunités pour l'éducation, la recherche et les organisations*, 1-18.
- Gagnon, M. (2012). Étude de la transversalité des pratiques critiques d'élèves québécois dans le cadre de leurs cours de sciences, d'histoire et d'éthique. *Revue suisse des sciences de l'éducation*, 34(3), 551-573.
- Garfield, J. (1995). How students learn statistics. *International Statistical Review*, 63(1), 25-34.
- Garfield, J. et Ahlgren, A. (1988). Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: implications for research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(1), 44-63.
- Gattuso, L. (2006). Statistics and mathematics: Is it possible to create fruitful links? Dans A. Rossman et B. Chance (dir.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Salvador, Bahia, Brésil : International Statistical Institute and International Association for Statistical Education. Repéré à https://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/17/1C2_GATT.pdf. Consulté le 30 septembre 2013.
- Gattuso, L. (2008). Mathematics in a statistical context? Dans C. Batanero, G. Burrill, C. Reading, et A. Rossman (dir.), *Teaching statistics in school mathematics. Challenges for teaching and*

teacher education. Actes de colloque, conférence lors de la table ronde du ICMI Study 18 and 2008 IASE (International Association for Statistical Education).

Gattuso, L. (2011). L'enseignement de la statistique : où, quand, comment, pourquoi pas ? *Statistique et Enseignement*, 2(1), 5-30. Repéré à <http://publications-sfds.fr/index.php/StatEns/article/view/71>. Consulté le 1^{er} septembre 2014.

Gattuso, L. et Vermette, S. (2013). L'enseignement de statistique et probabilités au Canada et en Italie. *Statistique et Enseignement*, 4(1), 107-129. Repéré à <http://publications-sfds.math.cnrs.fr/index.php/StatEns/article/view/141>>. Consulté le 10 octobre 2013.

Ghosh Hajra, S. (2013). Teaching experiment and its role in teaching! University of Georgia. Repéré à <http://jwilson.coe.uga.edu/EMAT7050/Students/Ghosh%20Hajra/Teaching%20Experiment%20Methodology.pdf>. Consulté le 1^{er} septembre 2020.

Giroux, P., Gagnon, M., Lessard, S. et Cornut, J. (2011). *S'engager dans des pratiques critiques sur Internet : mieux juger de la qualité de l'information sur la Toile!* UQAC. Repéré à : <https://constellation.uqac.ca/2456/>. Consulté le 4 mai 2021.

Gouvernement du Québec (2006). *Programme de formation de l'école québécoise. Éducation préscolaire et enseignement primaire*. Ministère de l'Éducation du Québec. Québec, QC, Canada.

Gouvernement du Québec (2008), *Programme de formation de l'école québécoise*. Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. Québec, QC, Canada.

- Gouvernement du Québec (2016). *Programme de formation de l'école québécoise. Progression des apprentissages au secondaire*. Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. Québec, QC, Canada.
- Groth, R. E. et Bargagliotti, A. (2012). GAISEing into the Common Core of Statistics. *Mathematics teaching in the middle school*, 18(1), 39-45.
- Halpern, D. F. (1989). *Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking* (2^e éd.). Hillsdale, N.J. États-Unis : Erlbaum.
- Halpern, D. F. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains: Dispositions, skills. Structure training, and metacognitive monitoring. *American Psychologist*, 53(4), 449-455.
- Hasni, A. (2017). Réflexions sur le développement de la pensée critique à l'école : quelles orientations pour l'enseignement et l'apprentissage des sciences ? *Bulletin numéro 3 du Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (CREAS)*, 3, 29-37.
- Héraud, B. (1992). *Genèse de la notion de mesures spatiales : construction de la mesure bilinéaire*. Thèse de doctorat. Université de Montréal, QC, Canada.
- Huff, D. (1954). *How to lie with statistics*. New York, NY, États-Unis : W. W. Norton.
- Jones, A. (2007). Multiplicities or manna from heaven? Critical thinking and the disciplinary context. *Australian Journal of Education*, 5(1), 84-103.

- Jones, G. A., Thornton, C. A., Langrall, C. W. et Mooney, E. (2000). A Framework for Characterizing Children's Statistical Thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(4), 269-307.
- Kader, G. D. et Perry, M. (2006). *A framework for teaching statistics within the K-12 Mathematics Curriculum*. ICOTS-7. Repéré à https://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/17/2B3_KADE.pdf>. Consulté le 1^{er} septembre 2014.
- Konold, C. et Higgins, L. T. (2003). Reasoning about data. Dans J. Kilpatrick, W. G. Martin et D. Schifter (dir.), *A Research companion to principles and standards for school mathematics* (p. 192-215). Reston, VA, États-Unis : National Council of Teachers of Mathematics.
- Lajoie, S., Jacobs, V. et Lavigne, N. (1995). Empowering Children in the Use of Statistics. *Journal of Mathematical Behavior*, 14, 401-425.
- Legendre, R. (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation* (3^e éd.). Montréal, QC, Canada : Guérin.
- Lipman, M. (2003). *Thinking in education*. New York, NY, États-Unis : Cambridge University Press.
- Lloyd, S. A. et Robertson, C. L. (2012). Screencast tutorials enhance student learning of statistics. *Teaching of Psychology*, 39(1), 67-71.

- Lovett, J. N. et Lee, H. L. (2016). Making sense of data: context matters. *Mathematics teaching in the middle school*, 21(6), 338-347.
- Mai Huy, K. (2013). *Les stratégies de raisonnement à travers des problèmes statistiques et de proportionnalité chez des élèves du troisième cycle du primaire*. Mémoire de maîtrise en sciences de l'éducation. Université de Sherbrooke, Québec, Canada.
- Mai Huy, K., Theis, L. et Mary, C. (2013). L'influence du contexte statistique sur le raisonnement proportionnel d'élèves du primaire. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 16(2), 112-146.
- Martin, V. et Mai Huy, K. (2015). Une réflexion didactique sur des activités pour penser l'enseignement-apprentissage des probabilités et de la statistique à l'école primaire. *Bulletin AMQ* (Association mathématique du Québec), LV(3), 50-67.
- Martin, V., Thibault, M., Vermette, S., Manuel, D. et Mai Huy, K. (2017). La didactique des stochastiques sous les angles de l'apprentissage, de l'enseignement, de la formation et de la recherche : éléments de convergence entre les domaines des probabilités et de la statistique. *Actes du Colloque du Groupe de didactique des mathématiques du Québec 2017*. Dans A. Adihou, J. Giroux, A. Savard, K. Mai Huy et S. Mathieu-Soucy (dir.), (p. 10-41), Université McGill, Montréal, QC, Canada.

- Mary, C. et Gattuso, L. (2005). Trois problèmes semblables de moyenne pas si semblables que ça! L'influence de la structure d'un problème sur les réponses des élèves. *Statistics Education Research Journal*, 4(2), 82-102.
- Mary, C. et Theis, L. (2007). Les élèves à risque dans des situations problèmes statistiques : stratégies de résolution et obstacles cognitifs. *Revue des sciences de l'éducation*, 33(3), 579-599.
- McClain, K., Cobb, P. et Gravemeijer, K. (2000). Supporting Students' Ways of Reasoning about Data. Dans M. J. Burke et R. F. Curcio (dir.), *Learning Mathematics for a New Century, 2000 Yearbook* (p. 174-187). Reston, VA, États-Unis : National Council of Teachers of Mathematics.
- McNab, S., Moss, J., Woodruff, E. et Nason, R. (2006). « We were nicer, but we weren't fairer! » Mathematical modeling exploring « fairness » in data management. Dans *Thinking and Reasoning with Data and Chance: 68th NCTM Yearbook* (p. 171-184). Reston, VA, États-Unis : National Council of Teachers of Mathematics.
- McPeck, J. (1981). *Critical thinking and education*. New York, NY, États-Unis : St. Martin's.
- McPeck, J. (1990). Critical thinking and subject specificity: A reply to Ennis. *Educational Researcher*, 19(4), 10 - 12.

Millon-Fauré, K. et Farida, M. (2017). Que fait le didacticien dans la classe lors de l'expérimentation d'une ingénierie didactique? *Recherches en didactique des mathématiques*, 37(1), 15-51.

Moore, D. (1997). New pedagogy and new content: The case for statistics. *International Statistical Review*, 65(2), 123-165.

National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA, États-Unis : National Council of Teachers of Mathematics.

Noll, J., Schnell, S., Gould, R. et Makar, K. (2021). New ways of interacting with data, context, and chance in statistical modeling processes. *Mathematical Thinking and Learning*, 23, 1-6.

Repéré

à

<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10986065.2021.1922855?needAccess=true>.

Consulté le 5 juin 2020.

Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (2008). *Une approche de l'éducation pour tous fondée sur les droits de l'homme*. Repéré à <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001588/158891f.pdf>. Consulté le 1 mai 2020.

Paillé, P. (1997). La recherche qualitative ... sans gêne et sans regrets. *Recherche en soins infirmiers* (Numéro spécial : Méthodologie), 50, 60-64.

Paillé, P. et Mucchielli, A. (2003). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Paris : Armand Colin.

- Pallascio, R., Daniel, M.-F. et Mongeau, P. (2001). *Philosopher sur les mathématiques, une situation a-didactique*. Dans P. Jonnaert et S. Laurin (dir.), *Les Didactiques des disciplines : un débat contemporain* (p. 81-98). Québec, QC, Canada : Presses de l'Université du Québec.
- Paul, R. (1990). *Critical Thinking: What Every Person Needs to Survive in a Rapidly Changing World*. Rohnert Park, CA : Center for Critical Thinking and Moral Critique.
- Paul, R. (1992). *Critical thinking: What, why, and how*. *New Directions for Community Colleges*, 77, 3-24.
- Pereira-Mendoza, L. (1995). *Graphing in the Primary School: Algorithm versus Comprehension*. *Teaching Statistics*, 17, 2-6.
- Pfannkuch, M. et Wild, C. J., (2003). *Statistical thinking: How can we develop it?* Dans *Bulletin of the International Statistical Institute 54th Session Proceedings* [CD-ROM]. Voorburg, Pays-Bas : International Statistical Institute.
- Pfannkuch, M. et Wild, C. J. (2004). *Towards an understanding of statistical thinking*. Dans D. Ben-Zvi et J. Garfield (dir.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking* (p. 17-46). Dordrecht, Pays-Bas : Kluwer Academic Publishers.
- Pfannkuch, M. et Rubick, A. (2002). *An Exploration of Students' Statistical Thinking with Given Data*. *Statistics Education Research Journal*, 1(2), 4-21.

- Proulx, J., Lavallée-Lamarche, M.-L. et Tremblay, K.-P. (2016). Vers une conceptualisation de la moyenne comme mesure de tendance centrale. Québec : *Envol*, 167, 24-27.
- Roy, S. N. (2008). L'étude de cas. Dans B. Gauthier (dir.), *Recherche sociale. De la problématique à la collecte de données (5^e éd.)* (p. 199-226). Québec, QC, Canada : Presses de l'Université du Québec.
- Saldanha, L. et Thompson, D. (2002). Conceptions of sample and their relationship to statistical inference. *Educational Studies in Mathematics*, 51, 257-270.
- Savard, A. (2014). Developing probabilistic thinking: What about people's conceptions? Dans E. Chernoff et B. Sriraman (dir.), *Probabilistic Thinking: Presenting Plural Perspectives*. Vol. 2. (p 283-298). Berlin/Heidelberg, Allemagne: Springer.
- Savard, A. et Manuel, D. (2016). Teaching statistics: Creating an intersection for intra and interdisciplinarity. *Statistics Education Research Journal*, 15(2), 239-256.
- Savoie-Zajc, L. (2004). La recherche qualitative-interprétative en éducation. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (p. 123-150). Sherbrooke, QC, Canada : Éditions du CRP.
- Scheaffer, R. L. (2001). Statistics education: Perusing the past, embracing the present, and charting the future. *Newsletter for the American Statistical Education Association Section on Statistical Education*, 7(1), 2-9.

- Scheaffer, R. L. (2002). Statistical bridges. *Journal of the American Statistical Association*, 97(457), 1-7.
- Scheaffer, R. L. (2006). *Statistics and mathematics: On making a happy marriage*. Dans G. Burril (dir.), *Thinking and Reasoning with Data and Chance: 68th NCTM Yearbook* (p. 309-321). Reston, VA, États-Unis : National Council of Teachers of Mathematics.
- Schindler, M. et Seidouvy, A. (2019). Informal inferential reasoning and the social: understanding students' informal inferences through an inferentialist epistemology. Dans G. Burrill et D. Ben-Gazi (dir.), *Topics and Trends in Current Statistics Education Research* (p. 153-171). Cham, Suisse : Springer.
- Schwartz, S. L. et Whitin, D. J. (2006). *Graphing with four-year-olds : Exploring the possibilities through staff development*. Dans G. Burril (dir.), *Thinking and Reasoning with Data and Chance: 68th NCTM Yearbook* (p. 5-16). Reston, VA, États-Unis : National Council of Teachers of Mathematics.
- Scott, C. L. (2015). The futures of learning 2: What kind of learning for the 21st century? *UNESCO Education Research and Foresight*, 14, 1-14.
- Sénéchal, K. (2016). *Expérimentation et validation de séquences didactiques produites selon une ingénierie didactique collaborative : l'enseignement de la discussion et de l'exposé critique au secondaire*. Thèse de doctorat. Université Laval, Québec, Canada.

Shaughnessy, J. M. (1992). Research in probability and statistics: Reflections and directions. Dans D. Grows (dir.) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, (p. 465-494). New York, NY, États-Unis : MacMillan.

Shaughnessy, J. M. (2006). Research on students' understanding of some big concepts in statistics. Dans G. Burril (dir.), *Thinking and Reasoning with Data and Chance: 68th NCTM Yearbook* (p. 77-98). Reston, VA, États-Unis : National Council of Teachers of Mathematics.

Shaughnessy, J. M. (2007). Research on statistics learning and reasoning. Dans F. Lester (dir.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: National Council of Teachers of Mathematics*, (p. 957-1009). Reston, VA, États-Unis : National Council of Teachers of Mathematics.

Shaughnessy, J. M. (2008). What do we know about students' thinking and reasoning about variability in data? *Student Learning Research Brief*. Repéré à http://www.nctm.org/uploadedFiles/Research_News_and_Advocacy/Research/Clips_and_Briefs/Research_brief_11_-_Variability.pdf. Consulté le 1^{er} septembre 2014.

Shaughnessy, J. M. et Pfannkuch, M. (2002). How faithful is Old Faithful? Statistical thinking: A story of variation and prediction. *The Mathematics Teacher*, 95(4), 252-259.

Shaughnessy, J. M., Garfield, J. et Greer, B. (1996). Data handling. Dans A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick et C. Laborde (dir.), *International handbook of mathematics education* (vol.1, p. 205-237). Dordrecht, Pays-Bas : Kluwer.

- Shaughnessy, J. M. (2006). Research on students' understanding of some big concepts in statistics. Dans G. Burril (dir.), *Thinking and Reasoning with Data and Chance: 68th NCTM Yearbook* (p. 77-98). Reston, VA, États-Unis : National Council of Teachers of Mathematics.
- Siegel, H. (1988). *Educating Reason: Rationality, Critical thinking, and Education*. New York, NY, États-Unis : Routledge.
- Siegel, H. (2010). Critical Thinking. *International Encyclopedia of Education*, (6), 141-145.
- Steffe, L. P. et Olive, J. (2010). *Children's Fractional Knowledge*. New York, NY, États-Unis : Springer.
- Steffe, L. P. et Thompson, P. W. (2000). Teaching Experiment Methodology: Underlying Principles and Essential Elements. Dans A. Kelly et R. Lesh (dir.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* (p. 267-307). Hillsdale, NJ, États-Unis : Erlbaum.
- Ten Dam, G. et Volman, M. (2004). Critical thinking as a citizenship competence: *Teaching strategies. Learning and Instruction*, 14(4), 359-379.
- Theis, L. (2003) *Étude du développement de la compréhension du signe = chez des enfants de première année du primaire*. Thèse de doctorat. Université de Sherbrooke, Québec, Canada.
- Ubilla, F., Gorgorio, N., et Prat, M. (2019). The investigative cycle: Developing a model to interpret written statistical reports of pre-service primary school teachers. Dans

U. T. Jankvist, M. van den Heuvel-Panhuizen et M. Veldhuis (dir.), *Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME11)* (p. 1093-1100). Utrecht, Pays-Bas: Université d'Utrecht.

Université de Sherbrooke (1989). Politique institutionnelle en matière d'éthique de la recherche avec des êtres humains. Sherbrooke : Université de Sherbrooke, QC, Canada. Repéré à <https://www.usherbrooke.ca/apropos/fileadmin/sites/apropos/documents/direction/politique/s/2500-028.pdf>.

Utts, J. (2002). What educated citizens should know about statistics and probability. *Sixth international conference on teaching statistics (ICOTS6)*. Cape Town, Afrique du Sud : IASE (International Association for Statistical Education).

Van der Maren, J.-M. (1996). *Méthodes de recherche pour l'éducation* (2e éd.). Paris-Bruxelles : De Boeck Université.

Vännman, K. (1990). Some aspects of statistical graphics for secondary school teachers. Dans A. Hawkins (dir.), *Training Teachers to Teach Statistics Proceedings of the International Statistical Institute Round Table Conference, Budapest, Hungary, 1988* (p. 110-125). Voorburg, Pays-Bas : International Statistical Institute.

Vermette, S. (2013). *Le concept de variabilité chez les enseignants de mathématiques du secondaire*. Thèse de doctorat. Université de Sherbrooke, QC, Canada.

- Vermette, S. et Savard, A. (2019). Necessary knowledge for teaching statistics: example of the concept of variability. Dans G. Burrill et D. Ben-Gazi (dir.), *Topics and Trends in Current Statistics Education Research* (p. 225-244). Cham, Suisse : Springer.
- Voisin, S. (2017). L'enseignement de la proportionnalité : une expérimentation en classe de SEGPA. *Petit x*, 103, 33-56.
- Watson, J. M. (2002). Doing research in statistics education: More than just data. *The Sixth International Conference in Teaching Statistics (ICOTS 6)*. Cape Town, Afrique du Sud : International Association for Statistical Education.
- Whitin, D. J. (2006). Learning to talk back to a statistic. Dans *Thinking and Reasoning with Data and Chance: 68th NCTM Yearbook* (p. 31-40). Reston, VA, États-Unis : National Council of Teachers of Mathematics.
- Whitin, D. J. et Whitin, P. (2010). *Learning to Read the Numbers: Integrating critical literacy and critical numeracy in K-8 classrooms*. New York, NY, États-Unis : Routledge; The National Council of Teachers of English.
- Wild, C. J. et Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review/Revue internationale de statistique*, 67(3), 223-248.
- Zieffler, A. Garfield, J. et Fry, E. (2017). What is Statistics Education? Dans D. Ben-Zvi, K. Makar, J. Garfield (dir.), *International Handbook of Research in Statistics Education* (p. 37-70). Cham, Suisse : Springer International Handbooks of Education.