

Université de Montréal

La dualité ethnographe-physicienne : Étude réflexive sur  
les négociations identitaires en physique

par

**Mirjam Fines-Neuschild**

Département de physique et de communication  
Faculté des arts et des sciences

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de  
Philosophiæ Doctor (Ph.D.) individualisé  
en physique et communication

31 mars 2021



# Université de Montréal

Faculté des études supérieures et postdoctorales

Cette thèse intitulée

## La dualité ethnographe-physicienne : Étude réflexive sur les négociations identitaires en physique

présentée par

**Mirjam Fines-Neuschild**

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

*Jean-François Arguin*

---

(président-rapporteur)

*Lorna Heaton*

---

(directrice de recherche)

*David London*

---

(codirecteur)

*Boris Brummans*

---

(membre du jury)

*Suzanne de Cheveigné*

---

(examinatrice externe)

*Molly Kao*

---

(représentante du doyen des ESP)



## Résumé

---

Étant physicienne, j'ai navigué dans un milieu où les femmes sont sous-représentées, tout comme plusieurs groupes historiquement marginalisés. Selon des principes de justice sociale, tout le monde devrait pouvoir contribuer à la construction des savoirs scientifiques : il est donc impératif de comprendre les mécanismes qui freinent la participation aux sciences de certains groupes. Alors que la notion de sous-représentation s'attarde au nombre d'individus dans une catégorie ou une autre, parler en termes de diversité et d'inclusion permet de s'éloigner du cloisonnement des individus. Ainsi, je pars du constat que les aspects, causes et conséquences associées au manque de diversité et d'inclusion dans la communauté scientifique sont complexes et se manifestent dans la communication et dans le vécu des individus. J'utilise le concept de travail identitaire pour analyser l'interpénétration des facteurs personnels, institutionnels et communicationnels qui freinent la diversité et l'inclusion dans mon organisation – un département universitaire de physique – et pour réfléchir sur les enjeux systémiques qui dépassent ses frontières. Profitant de mon point de vue de l'intérieur, j'ai effectué une ethnographie « chez soi ». J'y décris le travail identitaire ressenti et observé au Département de physique de l'Université de Montréal. J'ai ciblé trois éléments phares de la vie départementale, à laquelle participent autant la communauté étudiante que le corps professoral et qui peuvent déclencher un travail identitaire : les conférences, les projets de recherche et les comités départementaux. Je présente des processus de travail identitaire situés à l'intérieur même d'individus qui contribuent aux savoirs scientifiques, plus précisément, à travers des facettes identitaires historiquement peu mises de l'avant. De plus, j'explicite comment, dans un environnement donné, la confiance en ses habiletés de recherche peut s'effondrer puis se reconstruire. Porteur d'espoir, mon récit ethnographique souligne, d'une part, l'importance des comités de réflexion sur la diversité et l'inclusion à même les unités départementales et les groupes de recherches et, d'autre part, offre des pistes et des outils aux scientifiques qui voudront intégrer des réflexions sur des enjeux sociaux à même leur recherche. Enfin, il s'agit à ma connaissance de la seule ethnographie de milieu scientifique effectuée par une physicienne.

**Mots clés : travail identitaire, ethnographie, femmes en STIM, diversité, inclusion, université, études des sciences et technologies.**



## Abstract

---

Being a female physicist, I have acted and interacted in an environment where women, like many other historically marginalized groups, are under-represented. According to social justice principles, everyone should be able to contribute to the construction of scientific knowledge. Therefore, it is necessary to understand the social mechanisms that limit the participation of certain groups. While the notion of under-representation has often been used to address the relative presence or absence of individuals in certain categories, I prefer to speak about diversity and inclusion which decompartmentalise individuals. My starting point is the observation that various aspects, causes, and consequences related to the lack of diversity and inclusion in the scientific community are complex and manifest themselves in communication and lived experience. I use the concept of identity work to analyze the interpenetration of personal, institutional, and communicational elements that restrict diversity and inclusion in my organization (a university physics department) and to reflect on systemic issues that go beyond organizational boundaries. Building on my insider's point of view, I conducted an "at-home" ethnography in which I describe identity work at the physics department of Université de Montréal as I experienced and observed it. Specifically, I target three elements that are central to daily life in Department, that engage both students and professors, and that trigger identity work : seminars, research projects and departmental committees. Throughout this ethnographic tale with confessional tones, I link my internal identity processes as an individual contributing to scientific knowledge throughout identity facets historically marginalized. In addition, I show how, for a given environment, confidence in one's research skills can be rebuilt after collapsing. Giving hope, my ethnographic tale highlights the importance of discussion groups on diversity and inclusion in departmental units and research groups and, furthermore, offers avenues and tools to scientists that want to engage with social issues in their research. Finally, as far as I know, this is the first at-home ethnography of a scientific community produced by a female physicist.

**Keywords : identity work, ethnography, women in STEM, diversity, inclusion, university, sciences and technology studies.**





# Table des matières

---

<b>Résumé</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	7
<b>Liste des tableaux</b> .....	15
<b>Liste des figures</b> .....	17
<b>Liste des sigles et des abréviations</b> .....	21
<b>Remerciements</b> .....	23
<b>Choix linguistiques</b> .....	25
<b>Introduction</b> .....	27
<b>Chapitre 1. Revue de la littérature</b> .....	31
1.1. La sous-représentation des femmes en STIM .....	32
1.1.1. Les sciences de l'éducation .....	32
1.1.2. Les études féministes des milieux scientifiques .....	35
1.1.3. Les initiatives émergeant des milieux de STIM .....	37
1.1.4. Diversité, inclusion et identité .....	41
1.2. Le travail identitaire .....	44
1.2.1. Le travail identitaire comme négociation avec l'image stéréotypée du milieu .....	46
1.2.2. Le travail identitaire comme relation entre les individus et leur environnement .....	50
1.2.3. Le travail identitaire dans les transitions personnelles .....	53
1.2.4. Le travail identitaire dans les universités .....	55
1.2.5. Conclusion de la revue de littérature .....	55
1.3. Problématisation et questions de recherche .....	56
<b>Chapitre 2. Cadre conceptuel</b> .....	61

2.1.	Marqueurs interrogatifs comme pistes de recherche sur le travail identitaire en organisation .....	62
2.1.1.	Qui construit l'identité ou influence sa construction? .....	62
2.1.2.	Formulation mathématique de la culture .....	64
2.1.3.	Quand est-ce que les constructions de l'identité ont lieu? .....	66
2.1.4.	Quels sont les éléments à partir desquels se forment les identités? .....	67
2.2.	Les manifestations de travail identitaires en organisations .....	68
2.2.1.	Le travail identitaire externe .....	68
2.2.2.	Le travail identitaire interne .....	72
2.2.3.	Définition d'épistémologie et description de la méthode scientifique .....	77
<b>Chapitre 3.</b>	<b>Méthodologie .....</b>	<b>83</b>
3.0.1.	Positionnement épistémologique et méthodologies .....	84
3.1.	La méthode ethnographique dans les organisations .....	86
3.1.1.	Le travail de terrain .....	87
3.1.2.	Le travail cérébral .....	89
3.1.3.	Le travail d'écriture .....	89
3.1.4.	L'ethnographie « chez soi » : Définition et enjeux .....	91
3.2.	Ma démarche ethnographique .....	93
3.2.1.	Le travail de terrain .....	93
3.2.2.	Le travail cérébral .....	97
3.2.3.	Le travail d'écriture .....	98
3.2.4.	Réflexions sur les enjeux associés à l'ethnographie « chez soi » pour cette recherche .....	100
<b>Chapitre 4.</b>	<b>Le Département de physique comme lieu de construction identitaire .....</b>	<b>103</b>
4.1.	Présentation d'un Département de physique .....	104
4.1.1.	Les sous-disciplines en physique et à l'Université de Montréal .....	104
4.1.2.	L'enseignement au Département de physique .....	105
4.1.3.	La population départementale .....	106
4.1.4.	La configuration des lieux .....	107
4.1.5.	Le style vestimentaire .....	109
4.1.6.	Les occasions de rencontre .....	111

4.2.	La construction identitaire et l'appartenance au milieu au Département de physique : identités collectives, individuelles et de rôle.....	115
4.2.1.	Travail identitaire collectif : discours et environnement physique.....	116
4.2.1.1.	La construction identitaire en physique.....	116
4.2.1.2.	La vénération du panthéon de la physique.....	120
4.2.1.3.	La conception de la physique comme fondement des sciences.....	123
4.2.1.4.	L'anglais comme langue des sciences.....	125
4.2.1.5.	Travail identitaire de réparation dans la reconnaissance de la menace du stéréotype et le syndrome de l'imposteur.....	128
4.2.2.	Travail identitaire individuel : me positionner dans les identités duales.....	130
4.2.3.	Travail identitaire de rôle : actions concernant les enjeux de diversité et d'inclusion.....	138
4.2.3.1.	Le Département comme terreau de diversité.....	138
4.2.3.2.	L'association étudiante en ébullition.....	140
4.2.3.3.	Les silences dans les identités collectives : le personnel administratif...	142
4.2.3.4.	Conclusion partielle.....	145
<b>Chapitre 5.</b>	<b>Physique des mésons <math>B</math> et stratégies épistémiques.....</b>	<b>147</b>
5.1.	Introduction à la violation CP et la physique des mésons $B$ .....	149
5.1.1.	Résumé de la section : Angle $\gamma$ en violation CP et désintégration de mésons $B$ .....	150
5.1.2.	Le Modèle standard, l'interaction faible et la matrice CKM.....	152
5.1.3.	Violation charge-parité (CP).....	158
5.1.4.	La paramétrisation de Wolfenstein et le triangle unitaire.....	161
5.1.5.	La physique des mésons $B$ .....	162
5.1.6.	Désintégration des mésons $B$ en deux et trois particules pseudoscalaires...	164
5.2.	Diagrammatic Amplitudes for all Symmetry States in $B \rightarrow K\pi\pi$ and $B \rightarrow KK\bar{K}$ .....	167
	Abstract.....	167
	Introduction.....	167
5.2.1.	Diagrammatic Analysis of Two- and Three-Body B Decays.....	168
5.2.2.	$B \rightarrow PPP$ Decays Studied.....	169
5.2.3.	Defining Symmetric, Antisymmetric and Mixed States.....	171
5.2.4.	Tree-EWP Relations.....	173
5.2.5.	Symmetric state: Amplitudes and Parameter Counts.....	174

5.2.6.	Mixed symmetric states: Amplitudes and Parameter Counts.....	175
5.2.7.	Antisymmetric states: Amplitudes and Parameter Counts.....	178
5.3.	Étapes du projet et stratégies épistémiques.....	179
5.3.1.	La mise en contexte et la justification du sujet .....	179
5.3.2.	L'appropriation de la méthode : rabattement et conventions.....	180
5.3.3.	Le calcul des amplitudes diagrammatiques : vérification, conventions et approximations .....	183
5.3.4.	La mesure de l'angle $\gamma$ : résultat ambigu et contribution partielle.....	185
5.3.5.	La diffusion du travail accompli : le séminaire sous-disciplinaire.....	186
5.4.	Mon travail identitaire dans les pratiques et communications de recherches ...	192
5.4.1.	Maintenir une identité de physicienne .....	192
5.4.2.	Se sentir impositrice .....	197
5.4.3.	Recadrer le séminaire .....	199
5.4.4.	Conclusion partielle .....	203
<b>Chapitre 6.</b>	<b>Le comité Diversité Physique : l'implication, l'action et le travail identitaire .....</b>	<b>205</b>
6.1.	Présentation générale du comité Diversité Physique .....	206
6.1.1.	L'instauration et la mission du comité D-PHY .....	206
6.1.2.	Le fonctionnement du comité D-PHY .....	211
6.1.3.	Les initiatives du comité D-PHY .....	213
6.1.4.	Les thèmes abordés par le comité D-PHY .....	217
6.1.5.	Les retombées du comité D-PHY.....	220
6.2.	Les actions du comité Diversité physique et le travail identitaire généré.....	221
6.2.1.	Mon travail identitaire au sein du comité D-PHY.....	222
6.2.2.	Le travail identitaire des membres du comité D-PHY.....	227
6.2.3.	L'identité collective du comité D-PHY .....	233
6.2.4.	Le travail identitaire au regard de la communauté départementale.....	236
6.2.5.	Conclusion partielle .....	237
<b>Conclusion</b>	.....	<b>239</b>
<b>Références bibliographiques</b>	.....	<b>249</b>
<b>Annexe A.</b>	<b>Positionnements épistémologiques : Brèves définitions.....</b>	<b>269</b>

Annexe B.	Sources documentaires et d'observations .....	271
Annexe C.	Grille d'entretien .....	275
Annexe D.	Statistiques sur les conférences départementales .....	277
Annexe E.	Diapositive examen pré-doctoral .....	279



## Liste des tableaux

---

1	Formalisme matriciel de Martin (1992; 2001).....	71
2	Version adaptée pour cette thèse du tableau 1.....	71
3	Types de conférences et groupes associés.....	113
4	Decays studied in the diagrammatic analysis of symmetric, antisymmetric and mixed states.....	171
5	Perceptions ontologiques, épistémologiques et méthodologiques aux positionnements épistémologiques. Inspiré et traduit de Guba et Lincoln (1994).....	270
6	Sources documentaires détaillées pour l'association étudiante.....	271
7	Sources documentaires détaillées pour le Département de physique.....	272
8	Sources documentaires détaillées pour le comité Diversité Physique.....	273
9	Description des observations ethnographiques.....	274





## Liste des figures

---

1	Katie Bouman, responsable d'un algorithme d'imagerie de trou noir, enthousiaste d'avoir contribué à produire la première image d'un trou noir à partir de l'analyse de données captées par l'Event Horizon Telescope et présenté dans D'Ignazio et Klein (2020). . . . .	64
2	Le modèle multidimensionnel en méthodologie de la recherche de Niglas (2010). . .	84
3	Diagramme en forme de fer à cheval ( <i>horseshoe diagram</i> ) qui représente une chaîne de pratiques (méthodologies), Image tirée de Reyes Galindo (2011). . . . .	85
4	Exemple de codage manuel pour l'analyse du chapitre 5. . . . .	98
5	Localisation des principaux lieux du Département de physique. . . . .	108
6	Pause repas d'un colloque étudiant en 2015 (courtoisie d'Anne Boucher). . . . .	110
7	Mosaïque étudiante de la promotion 2018. . . . .	111
8	Photographie d'étudiants et d'étudiantes assistant à une conférence (courtoisie d'Anne Boucher). . . . .	114
9	Construction identitaire du physicien selon Mirjam (17 avril 2015). . . . .	119
10	Images apposées sur des chandails. À gauche, activité d'initiation 2017, le mot trivial est construit à partir d'équations en électromagnétisme, mécanique classique et mécanique quantique. À droite, jeux de la physique 2020, Donna Strickland (lauréate du prix Nobel de physique de 2019) chevauche un iule et porte un sabre laser. . . . .	121
11	Photographie du comptoir du café étudiant (courtoisie Martine pour Les Rogers). . . . .	123
12	Photographie lors du Career Development Workshop for Women in Physics (courtoisie Archives Photo ICTP). . . . .	133
13	Le Modèle standard en physique des particules. . . . .	153

14	Le neutron se désintègre en proton en émettant un boson $W^-$ lorsqu'un quark d se transforme en quark u. Le $W^-$ est instable dû à sa grande masse et se désintègre en paire électron-neutrino électronique. ....	154
15	Les six saveurs de quarks en fonction de la charge et de la masse. La robustesse du trait est proportionnelle à l'importance du canal de désintégration. Les désintégrations se font toujours du quark le plus lourd vers le quark le plus léger. ....	155
16	Diagramme de Feynman pour la désintégration de la particule lambda en proton et pion. La ligne ondulée représente le $W^-$ . ....	155
17	Diagramme de Feynman pour le vertex $b \rightarrow u$ par émission d'un boson $W^-$ (à gauche). Diagramme de Feynman pour la situation inverse selon CP soit $\bar{b} \rightarrow W^+ \bar{u}$ (à droite). ....	156
18	Démonstration de la mesure d'anomalie de la parité sur le cobalt-60. a) La désintégration antiparallèle consiste en une émission d'électron dans le sens opposé au spin de l'atome. b) La désintégration parallèle consiste en une émission d'électron dans le sens du spin de l'atome. En appliquant la parité sur a), on obtient b) et vice-versa. Si la parité était conservée, les deux mécanismes seraient équiprobables seulement c'est la désintégration antiparallèle a) qui est favorisée. Les antineutrinos, absents du schéma, sont émis en direction opposée des électrons. ....	159
19	Exemple d'un diagramme de Feynman permettant au $K^0$ de se transformer en $\bar{K}^0$ . ....	160
20	Triangle unitaire relié à la paramétrisation de Wolfenstein de la matrice CKM. ...	162
21	Résonances des mésons upsilon. ....	164
22	Contraintes dans le plan $\bar{\rho}$ et $\bar{\eta}$ . Les régions ombragées ont un niveau de confiance de 95 %. L'objectif est d'évaluer si $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$ . Actuellement, la mesure expérimentale est de $(175 \pm 9)^\circ$ ce qui est en accord avec les prédictions du Modèle standard. ....	165
23	10 diagrams describing $B \rightarrow \bar{P}PP$ decays. ....	170
24	Reproduction de la Figure 22. Contraintes dans le plan $\bar{\rho}$ et $\bar{\eta}$ . Les régions ombragées ont un niveau de confiance de 95 %. L'objectif est d'évaluer si $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$ . Actuellement, la mesure expérimentale est de $(175 \pm 9)^\circ$ ce qui est en accord avec les prédictions du Modèle standard. ....	181
25	Figure représentant la désintégration $B^+ \rightarrow K^+ K^0 \bar{K}^0$ . ....	184

26	Reproduction de la Figure 3. Diagramme en forme de fer à cheval ( <i>horseshoe diagram</i> ) qui représente une chaîne de pratiques (méthodologies), Image tirée de Reyes Galindo (2011). . . . .	191
27	Diapositive de la collaboration PICO (courtoisie d'Alan Robinson). . . . .	194
28	Diapositive tirée du séminaire GPP du 12 juin 2019 (courtoisie de MÉRIL Reboud).196	
29	Affiche soumise au concours CRSH une histoire à raconter (janvier 2019). . . . .	200
30	Publicité pour le premier sondage du comité. . . . .	207
31	Institution d'attache des conférenciers et conférencières de la conférence départementale entre janvier 2017 et mai 2019. . . . .	278
32	Diapositive de titre de l'examen prédoctoral. . . . .	279



## Liste des sigles et des abréviations

---

ACP	Association canadienne des physiciens et physiciennes
AIP	<i>American Institute of Physics</i>
ALICE	<i>A Large Ion Collider Experiment</i>
APS	<i>American Physical Society</i>
APS-IDEA	<i>American Physical Society Inclusion, Diversity, and Equity Alliance</i>
ATLAS	<i>A Toroidal LHC ApparatuS</i>
BIMH	Bureau d'intervention en matière de harcèlement
CCUWiP	<i>Canadian Conference for Undergraduate Women in Physics</i>
CERN	Organisation européenne pour la recherche nucléaire
CFSG	Chaire pour les femmes en sciences et en génie
CMS	<i>Compact Muon Solenoid</i>
CP	Charge-parité
CRC	Chaires de recherche du Canada
CRÉPUQ	Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec
CRIJEST	Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie
CRSNG	Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada
DAST	<i>Draw-A-Scientist Test</i>
D-PHY	Diversité physique

ÉDI	Équité, diversité et inclusion
Fermilab	<i>Fermi National Accelerator Laboratory</i>
GHLR	Gronau, Hernandez, London et Rosner
GPP	Groupe de physique des particules
KEK	<i>Ko-Enerugie butsurigatu Kenkyusho</i> (Organisation de recherche avec des accélérateurs de haute énergie)
ICTP	<i>Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics</i>
LGBTQ+	Lesbiennes, gays, bisexuelles, trans, queers, et autres
LHC	<i>Large Hadron Collider</i>
LHCb	<i>Large Hadron Collider beauty experiment</i>
OWSD	<i>Organization for Women in Science for the Developing World</i>
PHYSUM	Association des étudiants et étudiantes en physique de l'Université de Montréal
PICASSO	Projet d'Identification des Candidats Supersymétriques Sombres
SLAC	<i>Stanford Linear Accelerator Center</i>
SNOLab	<i>Sudbury Neutrino Observatory Laboratory</i>
S&T	Sciences et technologies
STIM	Sciences, technologies, ingénierie et mathématiques
TWAS	<i>The World Academy of Science</i>
UdeM	Université de Montréal
UQAM	Université du Québec à Montréal

## Remerciements

---

Je voudrais commencer par remercier Lorna. Je suis entrée dans son bureau pour la première fois à l'automne 2013 avec cette idée un peu folle de faire un doctorat en physique et communication. Merci, Lorna, d'avoir embarqué dans cette aventure, mais surtout de m'avoir soutenue, encouragée et outillée à travers d'innombrables rencontres, discussions, lectures et relectures, observations, commentaires, conseils et opportunités. Merci à toi aussi, David, car je t'ai amené hors de ta zone de confort en physique. Même si le récit ethnographique que je raconte dans cette thèse traverse plusieurs phases de découragement et d'anxiété, constater la fierté dans ton regard face à mon audace a été une source de motivation. Étant au doctorat individualisé en physique et communication, j'ai eu un comité de thèse qui m'a suivi dès l'inscription que je remercie aussi. Merci Boris. D'une part, j'ai énormément appris dans ton cours d'ethnographie organisationnelle d'autant plus qu'à ce moment-là je négociais fermement mes postures positivistes et constructivistes, d'autre part, parce qu'à certains moments clés, tu voyais des éléments et considérations qui m'étaient passés sous le radar. Merci Jean-François. Nous avons eu de multiples discussions franches sur la diversité et l'inclusion en physique (que j'espère poursuivre après cette thèse) et aussi, c'est un plaisir de travailler avec toi. Enfin, je remercie Suzanne de Cheveigné pour la lecture et l'évaluation de cette thèse.

Je remercie le FRQSC et le CRSH-Vanier : cette recherche n'aurait pu avoir lieu sans votre financement et vos congés parentaux.

Je remercie mes collègues au Département de physique pour leur confiance et encouragements. Que nous ayons partagé des locaux de travail, que vous ayez accepté de participer aux entretiens de recherche, que vous m'avez soutenue dans mon processus de recherche, j'espère pouvoir vous rendre la pareille à travers cette thèse. Plus particulièrement, je voudrais remercier l'ensemble des membres du comité Diversité physique depuis sa fondation. Merci de travailler bénévolement à rendre les milieux scientifiques plus inclusifs. Merci au personnel du Département de physique de l'UdeM : vous m'avez autant facilité la gestion du congé parental que la compilation en Latex de la thèse.

Un merci particulier à mes amies physiciennes – Caroline, Cynthia, Frédérique, Jacinthe, Julie, Magali, Marie-Lou, Marie-Maude et Olivia – vous êtes inspirantes ! Merci aux multiples personnes qui ont lu ma thèse à divers moments d’avancement Jacques, Marie-Maude, Rémi, Audrey, Éric, Victor, Jacinthe et Marie-Lou.

Enfin, je remercie ma famille, mes parents, Louis, et tout particulièrement Chloé qui a dû faire preuve de beaucoup de patience avec sa mère occupée par une thèse.



## Choix linguistiques

---

Alors que dans cette thèse je vise à faire ressortir mes expériences en tant que physicienne, rédiger ma thèse en employant le masculin générique n'est pas une option valable.

De ce constat, j'ai eu à faire des choix afin que mon texte reflète ma volonté d'être inclusive. Dans un premier temps, j'ai préconisé la formulation neutre, c'est-à-dire employer des termes non genrés comme : membres, corps professoral, cohortes étudiantes, stagiaires, maître de cérémonie, personnes, individus, etc. Toutefois, il y a des limites aux phrases passives et surtout, pour désigner ce dont je parle, j'ai besoin de certains mots qui n'ont pas de versions non genrées. J'ai alors utilisé le doublon pour désigner les « étudiants et étudiantes » ainsi que les « professeurs et professeures ». Bien qu'il ne soit pas parfait, j'apprécie la formulation en doublon qui s'utilise bien avec la féminisation syntaxique aussi appelée accord de proximité. Lors d'un atelier sur l'écriture épiciène et inclusive en novembre 2019, j'ai appris qu'avant le XVII<sup>e</sup>, les règles du français ancien stipulaient que l'adjectif pouvait s'accorder en genre et en nombre avec le dernier nom d'une liste. Ainsi, dans le doublon étudiants et étudiantes, l'adjectif qui suit s'accorde au féminin. C'est un choix politique, tout comme celui d'intituler ma thèse *La dualité ethnographe-physicienne* : bien que physicienne soit genré, ethnographe ne l'est pas. Malgré tout, il y a certains contextes où le doublon devient absolument laborieux comme les énumérations et les tableaux où j'ai utilisé le point médian : post-doctorant·e·s, employé·e·s de soutien, etc.

Pourquoi me suis-je empêtrée avec un doublon, un accord de proximité et un point médian ? À travers mon engagement dans les milieux d'équité, de diversité et d'inclusion, j'ai constaté que l'option inclusive se concrétise parfois en une multiplicité d'options. C'est donc ce positionnement que j'assume dans cette thèse, malgré les possibles critiques quant au manque d'uniformité du texte où aux possibles erreurs de syntaxe, d'accords ou d'orthographe. Enfin, alors que j'ai pointé des lacunes à l'écriture non genrée et au doublon, le point médian est lui aussi imparfait : pour le moment, il est inaccessible aux personnes qui utilisent un logiciel de lecture d'écran.



# Introduction

---

*À l'époque où j'ai fait mes études, devenir physicienne, c'était un défi : il fallait braver le scepticisme de toute une société quant aux capacités des femmes de comprendre la physique et les mathématiques. [...] Pour devenir physicienne, il fallait donc, en plus de l'intelligence, une bonne dose de confiance en soi.*

Luce Gauthier, 1999

Inscrite au baccalauréat en physique, je suis arrivée à l'Université de Montréal en 2009. Durant mes études, j'ai rencontré de nombreuses personnes de milieux différents qui étaient généralement surprises lorsque je leur disais que j'étudiais en physique. « En physique? », me répondait-on l'air dubitatif. En effet, dès le cours de physique avancé en secondaire 5, je me suis découvert une habileté exceptionnelle à résoudre les exercices proposés en classe. En même temps, je trouvais cela injuste que certaines de mes camarades de classe aient autant de difficulté à saisir les concepts de force, d'accélération ou de vecteurs. Du secondaire au baccalauréat, je me suis alors donné comme mission de rendre la physique accessible à travers plusieurs initiatives dont : des séances de tutorat bénévole et rémunéré, un emploi en animation scientifique dans un camp de jour, du bénévolat scientifique dans des classes de primaire et de nombreuses conférences de vulgarisation.

Dans mes cours de physique au baccalauréat, en tant que femme, je faisais partie d'un groupe minoritaire. À ce moment, je me suis construit une identité de physicienne en opposition à celle de femme qui dépassait le cadre scolaire. Les membres de mon entourage sursautaient lorsque je disais ouvertement que je n'étais pas une « vraie fille », mais bien une physicienne. En tant que cohorte, nous choisissions une journée en particulier dans la semaine, le joli jeudi. Nous, les étudiantes, mettions une robe, c'est-à-dire que nous nous « déguisions » en filles, et nos collègues masculins, quant à eux, avec leurs chemises et cravates, imitaient les « gens du HEC ».

J'ai poursuivi à la maîtrise en physique des particules dans un groupe de recherche travaillant sur la détection de matière sombre. J'ai développé une forte affinité avec les recherches en matière sombre, où j'avais aussi, au préalable, effectué un stage de recherche et mon projet de fin de baccalauréat. Mon lieu d'étude et de travail se situait dans un pavillon à l'écart qui hébergeait les accélérateurs de particules. Je n'ai jamais été la seule femme de mon groupe de recherche ni du pavillon, mais j'ai noté que certaines pratiques étaient manifestes d'une préséance masculine comme l'absence de toilettes pour femmes. En particulier, lorsque j'ai procédé à la maintenance des détecteurs, installés à SNOLab, un laboratoire sous-terrain à Sudbury, j'ai ressenti un certain traitement différencié. Alors que mes collègues masculins étaient parrainés, je me suis retrouvée seule dans les vestiaires à apprendre comment gérer les espaces « propres et sales » et à me faire réprimander par les employées du laboratoire fatiguées d'avoir à périodiquement gérer une « nouvelle » qui ne savait pas comment les choses marchent. De plus, l'équipement pour femmes était soit inexistant (les sous-vêtements à fournir soi-même) ou inadéquat (comme des bottes de travail pour hommes).

C'est au début de mon parcours doctoral et par l'entremise d'une enseignante universitaire nouvellement embauchée que j'ai appris qu'il y avait des gens qui étudiaient les causes et conséquences de la sous-représentation des femmes en sciences. Rapidement, je suis devenue absorbée par le sujet. Alors qu'initialement, je voulais parler des modes de communication de la science à travers la découverte du Boson de Higgs, j'ai réorienté ma thèse autour de la sous-représentation des femmes en physique et les éléments identitaires associés.

Mon parcours a fortement influencé le processus de recherche et l'écriture de cette thèse individualisée en physique et communication. Tout comme le titre de mon futur diplôme, j'ai adopté les identités de physicienne et de chercheure en sciences sociales auxquelles s'ajoute l'identité de militante pour la diversité et l'inclusion. Comme je le présenterai dans les chapitres qui suivent, ces identités saillent différemment selon le contexte et entament de multiples processus de négociation. Alors qu'être physicienne de formation m'ancre dans la communauté en physique, au cours de cette thèse, j'ai acquis des compétences de recherche dans la discipline de la communication et ai ainsi forgé mon identité d'ethnographe. J'ai alors choisi de cibler le travail identitaire – cette activité mentale continue entreprise par un individu pour construire une compréhension de soi qui est cohérente, distincte et positive – comme concept phare. Le travail identitaire se manifeste dans les négociations avec le milieu ou encore, au cours des transitions personnelles. Ainsi, dans cette thèse, j'aspire à tirer parti de mes diverses identités pour générer un portrait de la construction identitaire et de l'appartenance au milieu de la physique, contribuant, je l'espère, à rendre le milieu de la physique plus inclusif et accueillant.

Dans le premier chapitre, j'effectue une revue de la littérature sur la sous-représentation des femmes en physique (dans ses causes, conséquences et effets) ainsi que le travail identitaire (à travers lequel on construit un sentiment d'appartenance ou de rejet à une communauté) qui ancre ma problématique et ma question de recherche. Au deuxième chapitre, je construis à partir de marqueurs interrogatifs le cadre conceptuel sur la notion de travail identitaire. Des diverses manières d'analyser les manifestations de travail identitaire, je développe une approche communicationnelle qui s'articule autour de deux types de travail identitaire. J'explore le travail identitaire externe en lien avec la culture organisationnelle et les activités d'un Département de physique et le travail identitaire interne à partir de diverses expériences vécues en tant que femme et physicienne, notamment dans les interactions avec d'autres physiciennes ainsi que dans l'analyse des stratégies épistémiques employées dans la réalisation d'un projet en physique.

J'arrive alors au troisième chapitre où je décris l'approche méthodologique choisie. Pour saisir quelque chose d'aussi large, mais aussi très étudié qu'est la sous-représentation des femmes en physique, j'ai préféré m'orienter vers l'ethnographie soit une description écrite d'une culture. En ancrant ma méthodologie dans mon parcours particulier, par l'ethnographie « chez soi », je décris ma propre organisation. Je présente aussi les moyens par lesquels cette méthode qualitative parvient à générer une représentation convaincante (mais non objective).

Les chapitres quatre, cinq et six forment le cœur de la thèse. Au chapitre quatre, je présente le terrain, soit le Département de physique de l'Université de Montréal et je décris plus largement les manifestations de la construction identitaire et l'appartenance au milieu à travers des manifestations de travail identitaire collectif, individuel et de rôle. Ensuite, au chapitre cinq, je plonge dans l'un des éléments fondamentaux dans le quotidien au Département de physique, soit la recherche. J'ai effectué un projet de recherche sur les mésons  $B$ , et j'analyse ce projet à travers les stratégies épistémiques employées puis je décortique mon identité de physicienne. Enfin, au chapitre six, j'analyse comment les actions d'un comité départemental de promotion de la diversité occasionnent du travail identitaire associé aux enjeux de diversité et d'inclusion au sein d'un Département de physique.

Au chapitre sept, je présente la conclusion de la thèse. En plus de relater mes négociations identitaires liées aux disciplines de physique et de communication, je rattache mon travail à la littérature pertinente sur le sujet. En effet, aux chapitres quatre, cinq et six, j'ai adopté un style d'écriture ayant parfois un ton confessionnel et pour lequel l'aspect académique du texte est moins ressorti. Je conclus avec les limites à la recherche, les contributions ainsi que les nombreuses pistes de recherches futures.

Ma recherche apporte plusieurs contributions. Sur les plans empiriques et méthodologiques, j'apporte de nombreuses observations ancrées dans une approche communicationnelle quant aux questions de représentation des femmes en sciences et des enjeux d'inclusion qui ont été particulièrement abordées en philosophie féministe ou en sciences de l'éducation. De plus, il s'agit, à ma connaissance, de la seule ethnographie « chez soi » de la physique qui est effectuée par une physicienne.

Sur le plan conceptuel, je m'inscris aussi dans la niche communicationnelle au sujet du concept de travail identitaire : ce dernier ayant plutôt exploré en études de la gestion (*management*). J'offre de multiples représentations de travail identitaire selon divers modes (individuel, collectif et de rôle). Je contribue aussi à un courant émergent en enseignement de la physique qui stipule que l'identité est une piste à développer pour favoriser la réussite des femmes en physique. À titre de femme en physique, je révèle de nombreuses tensions et négociation quant à la construction identitaire et l'appartenance au milieu de la physique.

Cette ethnographie « chez soi » présente un mélange d'autoréflexion et d'observations. Plus précisément, mon positionnement engagé côtoie une recherche soutenue qui répond aux exigences disciplinaires autant en sciences naturelles qu'en sciences sociales. En fait, ma thèse reflète les attentes d'une nouvelle génération d'universitaires pour qui l'engagement doit s'intégrer au processus de recherche. Même en physique, de plus en plus d'étudiants et d'étudiantes intègrent dans leur thèse et leur mémoire une réflexion sur des enjeux sociaux liés à leurs recherches. Ainsi, ma thèse est un exemple concret de réflexions et d'autoréflexions détaillées, un manuel de référence pour les scientifiques m'aventurais-je à dire. Afin d'encourager et légitimer cette tendance réflexive, je tiens à rappeler qu'en physique et dans l'ensemble des domaines de recherches au Canada, les professeurs et professeures d'université doivent, pour répondre aux exigences du programme des Chaires de recherches du Canada, faire une déclaration l'intégration des principes d'équité, de diversité et d'inclusion dans leurs recherches. Il y a donc un réel besoin d'offrir des outils pour nourrir cette réflexion obligée.

Alors que certaines choses ont changé depuis les études universitaires de Luce Gauthier effectuées dans les années 1960, je me suis rendu compte dans la rédaction de cette thèse que la confiance en soi est toujours importante. Ainsi, je souhaite, d'une part, insuffler une dose de confiance en soi aux personnes qui se reconnaîtront dans mes propos et, d'autre part, qu'en s'appuyant sur des recherches probantes, on puisse affirmer haut et fort que les pistes d'action pour rendre le milieu de la physique plus inclusif reposent sur les épaules de l'ensemble de la communauté.

# Chapitre 1

---

## Revue de la littérature

*I became a feminist by necessity. My passion was physics. My feminism was a byproduct of the obstacles that I faced in that pursuit.*

Mary K. Gaillard, 2015<sup>1</sup>

Tout comme Mary K. Gaillard, ma passion initiale était la physique. J'affectionnais particulièrement la mécanique classique qui consiste, au secondaire et au cégep, à résoudre des équations de mouvements pour des objets en chute libre, accélération, décélération, rotation, etc.<sup>2</sup> Au baccalauréat, j'ai continué à apprécier résoudre des problèmes même s'ils augmentaient en difficulté et complexité. Je me complaisais à savoir que les méthodes d'évaluation étaient objectives, neutres ou impartiales – il n'y avait souvent qu'une ou deux méthodes de résolution possible – contrairement à mes expériences de cours de français ou de philosophie où l'évaluation de textes laissait place à l'interprétation.

Ensuite, en m'intégrant dans une collaboration visant à détecter la matière sombre, je me suis rendu compte que l'objectivité et la méthode unique de résolution ne tenaient plus. De bons résultats de recherche émergeaient de la minutie dans la préparation de la mesure, dans les choix d'analyse des données, dans le soutien et les ressources accordées au projet, et même, dans une certaine portion de chance. Est-ce que je peux dire qu'à ce moment j'ai observé des obstacles à la poursuite d'une carrière en physique? À mon échelle? Non,

---

1. L'ensemble des citations en début de chapitre sont les mots de physiciennes. Conséquences d'enjeux de pouvoirs, le bassin dans lequel j'ai puisé n'est pas aussi diversifié que je ne l'aurais souhaité. Ainsi, j'ai en majorité des citations de physiciennes anglophones (canadiennes, américaines, anglaises). Tout comme moi, elles sont toutes blanches.

2. Mon récit débute à la fin des études secondaires, mais Rosser (1988) affirme que le processus social vers le choix d'une carrière en sciences débute dès la naissance. Voir aussi l'étude de Rubin et al. (1974) à ce sujet.

mais j'avais remarqué que, depuis l'entrée au baccalauréat, les femmes étaient minoritaires. Pourtant, et comme il sera illustré dans la revue de littérature qui suit, quand on regarde à grande échelle, c'est-à-dire les parcours de milliers de physiciennes réparties mondialement, on constate des mécanismes sociaux producteurs d'exclusion. Le plus manifeste est la sous-représentation actuelle et historique des femmes en physique et en sciences, technologies, ingénierie et mathématiques (STIM) dont les causes sont multiples et interreliées et les conséquences se manifestent dans divers contextes.

Dans ce qui suit, je présente la sous-représentation des femmes en STIM selon deux points de vue disciplinaires (les sciences de l'éducation et les études féministes) en plus de recenser les initiatives émergeant des milieux des STIM. Puis, je souligne qu'il n'y a pas que les femmes qui ont été historiquement marginalisées et je développe sur les notions de diversité et d'inclusion pour inclure les personnes ciblées par des obstructions structurelles en STIM. Comme les notions de diversité et d'inclusion s'ancrent dans la notion d'identité, je définis le concept de travail identitaire en plus de présenter certains thèmes importants pour cette thèse. Enfin, la problématisation émerge de la rencontre entre les notions de sous-représentation des femmes en STIM, de diversité, d'inclusion et de travail identitaire.

## **1.1. La sous-représentation des femmes en STIM**

Les femmes forment la moitié de la population mondiale, près de la moitié des employés en occident, mais seulement le quart des scientifiques européennes et nord-américaines. C'est ce qu'on nomme la sous-représentation des femmes en sciences. Deux domaines de recherche en particulier ont abordé les enjeux entourant la sous-représentation des femmes en STIM : les études féministes des milieux scientifiques et les sciences de l'éducation. Les études en gestion et en sociologie des organisations se sont aussi penchées sur les notions d'inclusion, de diversité, d'équité et d'identité qui permettent de répondre à certains enjeux entourant la sous-représentation des femmes en STIM. Dans cette section, je propose d'abord de présenter brièvement l'état des connaissances sur la question. Par la suite, je présente des initiatives développées par milieu scientifique face à sous-représentation des femmes en sciences : de manière intuitive, calquée des sciences de l'éducation et dans une moindre mesure, inspirées des études féministes des milieux scientifiques (Bug, 2003; Whitten, 2012).

### **1.1.1. Les sciences de l'éducation**

Les études en sciences de l'éducation montrent une désaffection des jeunes pour les études en sciences et en technologies (S&T) dans le monde occidental (Potvin et Hasni, 2014a,b).



À cet effet, la Chaire québécoise de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie (CRIJEST) s'est donné pour mandat de produire une synthèse des savoirs, connaître les facteurs qui influencent l'intérêt pour les S&T, connaître le niveau de compétence des élèves, favoriser l'intégration dans les pratiques professionnelles des savoirs issus de la recherche, faire connaître les métiers scientifiques aux élèves et aux enseignantes<sup>3</sup>.

Klopfer (1971) a élaboré un premier inventaire de ce qu'étaient les types d'attitudes envers les S&T : une attitude positive envers les sciences et les scientifiques, l'acceptation de la méthode scientifique, le plaisir durant l'apprentissage en science et la volonté de poursuivre une carrière en S&T. Le test du dessin d'un ou d'une scientifique (*Draw-A-Scientist Test : DAST*) développé initialement par Chambers (1983) est un outil d'analyse alternatif au questionnaire permettant d'évaluer un plus grand échantillonnage d'enfants. Les résultats des études qui utilisent le DAST présentent le ou la scientifique comme un vieil homme caucasien poilu en sarrau, et cette image se généralise avec l'âge. Il est aussi noté que les jeunes qui ont une vision moins stéréotypée du scientifique, ou encore ceux et celles qui se dessinent en train de faire des sciences, auront tendance à suivre plus de cours de sciences et choisir une carrière en S&T (Finson, 2002; Zhai et al., 2014). Aujourd'hui, l'attitude générale envers les S&T est composée d'un ensemble de concepts : la perception de l'enseignant, l'anxiété face aux S&T, l'importance des S&T, la motivation face aux S&T, le plaisir, l'attitude des collègues et amis face aux S&T, l'attitude parentale face aux S&T, l'environnement scolaire, la peur de l'échec scolaire (Osborne et al., 2003; Hazari et al., 2010).

Potvin et Hasni (2015) ainsi que Fils-Aimé (2011) ont noté que les facteurs suivants influençaient l'intérêt pour les S&T : contexte culturel, environnement familial et méthodes d'enseignement. Pour ce dernier, les élèves ont une préférence pour les méthodes d'enseignements où ils et elles sont en action, c'est-à-dire à travers des contextes de la vie quotidienne ou des procédés de découverte active (Charpak et al., 2005). L'engouement pour les sciences augmente et la vision stéréotypée du scientifique diminue lorsque les élèves participent à un programme d'enseignement actif des sciences combiné à la présence de modèles alternatifs de scientifiques (Langlois, 2016). Cela semble s'expliquer par le fait qu'une vision stéréotypée du scientifique mine l'importance de la science scolaire en la distinguant de la Vraie science (Osborne et al., 2003; Christidou, 2011). Dans le but de rendre l'enseignement en sciences plus inclusif, des chercheurs et chercheuses ont dénoncé les manuels scolaires qui surreprésentent les hommes dans les illustrations et ont aussi proposé de réécrire les questions d'examen et les énoncés des exercices afin, d'une part, d'y inclure des femmes et, d'autre part, éviter les mises en situations stéréotypées (McCullough et Foster, 2001; Phillips et Hausbeck, 2000). En plus de la méthode d'enseignement, l'attitude des enseignantes face aux sciences a un

---

3. [crijest.org](http://crijest.org) | Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes en science et technologie. (s. d.). Consulté le 25 mars 2021, à l'adresse <http://www.crijest.org/page/objectifs>

impact important sur l'intérêt des jeunes. Par conséquent, de multiples programmes d'accompagnement en sciences ont vu le jour à Montréal et tentent maintenant de coordonner leurs actions<sup>4</sup>.

Les études en sciences de l'éducation visent la réussite et l'intérêt de l'ensemble des étudiants et étudiantes. Certaines études ont montré que si le genre pouvait influencer la réussite, à l'école primaire, l'effet serait faible (Potvin et Hasni, 2014a). Cette même méta-analyse stipule que des différences importantes surviennent lorsque les disciplines sont étudiées séparément. La physique et les technologies sont largement préférées des garçons, alors que les filles préfèrent la biologie (Buccheri et al., 2011; Drechsel et al., 2011; Jones et al., 2000; Zeidan, 2010). Toutefois, dans une recension sur la construction de l'intérêt pour les sciences chez les filles, la neurologue Gina Rippon (2019) souligne que (1) les études qui montrent des différences de genre sont plus facilement publiées et plus largement diffusées, (2) il n'y a aucune aptitude innée pour les sciences, (3) les différences possiblement observées émergent de la socialisation dans une culture intrinsèquement genrée. Dans cette veine, l'étude d'Osborne et al. (2003) a déterminé que les jeunes hommes sont plus enclins à choisir les arts et lettres lorsqu'ils sont dans des écoles non-mixtes, c'est-à-dire moins forcés à se conformer aux stéréotypes. Ainsi, ce serait plutôt les hommes qui sont surreprésentés en sciences comme le décrit l'extrait suivant :

It is not, therefore, that girls are under-represented in mathematics and the physical sciences, but that boys are greatly over-represented; similarly, in languages, girls appear to be over-represented in these areas only because the boys are so under-represented in them. (Whitehead, 1996, cité dans Osborne et al., 2003, p. 1065)

Que ce soit parce que les hommes sont surreprésentés ou les femmes sous-représentées, les jeunes femmes cessent l'étude des sciences, de manière générale, entre la fin du secondaire et l'université (Griffith, 2010).

Enfin, plusieurs des études mentionnées ci-haut proposent des solutions qui sont effectivement appliquées dans les milieux des STIM comme l'attraction, la formation et la rétention (voir section 1.1.3). Visant à changer le système plutôt que les individus, Rosser (1997), inspirée par Schuster et Van Dyne (1984), propose de transformer de fond en comble le cursus d'enseignement et distingue ainsi six stades de réforme féministe des programmes éducatifs :

---

4. Des exemples de ces organismes et programmes sont : le Réseau technoscience, Pour un Montréal scientifique, L'île du savoir, les Scientifines, Projet SEUR-UdeM, les Neurones atomiques. Voir aussi *acceSciences* qui tente de regrouper les initiatives de la région montréalaise.

*Programmes et interventions en promotion de la science et technologie en contexte pédagogique scolaire/acceSciences*. Consulté le 25 mars 2021, à l'adresse [https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=14mAc8SNq4qKiQgN1S\\_JnGpwxqnM&hl=en\\_US](https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=14mAc8SNq4qKiQgN1S_JnGpwxqnM&hl=en_US)

(1) l'absence des femmes n'est pas notée, (2) la recherche active des femmes manquantes, (3) les femmes considérées comme un groupe désavantagé et opprimé, (4) les femmes étudiées selon leurs propres perspectives, (5) l'intégration de perspectives féministes dans la pratique de la science, (6) la redéfinition des sciences pour qu'elles soient totalement inclusives.

### 1.1.2. Les études féministes des milieux scientifiques

Les études féministes des milieux scientifiques (*Feminist Science Studies*) est un domaine de recherches interdisciplinaires se basant sur l'anthropologie, les études culturelles, l'économie, le féminisme, l'histoire, la philosophie, les sciences politiques et la sociologie. Les enjeux d'iniquité et d'exclusion ainsi que les obstructions structurelles envers les femmes sont bien documentés (Kulis et al., 1999; Blickenstaff, 2005; Jo et al., 2005; Ceci et Williams, 2011; Rosser, 2012). Plus précisément, les études en féminisme empirique ont montré que les chercheuses participent à des collaborations de prestige moindre, obtiennent une reconnaissance scientifique réduite et subissent des processus d'embauches défavorables (McIlwee et Robinson, 1992; Sonnert et Holton, 1995; Tierney et Bensimon, 1996; Long, 2001; Xie et Shauman, 2005; Lincoln et al., 2012; Fox, 2015; Deschêne et al., 2019). Œuvrant dans un climat de travail défavorable, les chercheuses ont une portée scientifique moindre (Larivière et al., 2013). Il se crée alors un cycle où, par leur statut minoritaire, les physiciennes ne peuvent donc agir de façon marquante sur l'appareil épistémique. Pourtant, les groupes aux perspectives diversifiées apporteraient des solutions plus complètes aux problèmes qui leur sont proposés (Fehr, 2011; Longino, 1990; Sismondo, 2004), ce qui a d'ailleurs aussi été observé dans des recherches empiriques (Landemore, 2013).

Historiquement, des recherches en études féministes des sciences ont exposé certaines oppositions du discours scientifique (Crasnow et al., 2015). Par exemple, Hubbard (1990) a montré que la science est le reflet de ses interprètes : des hommes blancs éduqués et fortunés qui ont défini ce qui est rationnel/irrationnel, objectif/subjectif et pure/construit. Harding (1986) a dénoncé les dichotomies culture/nature et genre/sexe et demandé aux féministes blanches et occidentales d'être plus actives contre les enjeux de race et classe pour les femmes à travers le monde. En retraçant l'histoire de l'embryologie, Tuana (1988) a montré que la croyance de l'infériorité de la femme a influencé la production de savoir scientifique. Autrement dit, la science est influencée par la culture dans lequel la science est intégrée et non par les atouts physiques (ovaires vs testicules) de ses acteurs (Tuana, 1988; Hubbard, 1990).

Plus près de notre sujet et de l'approche préconisée pour cette thèse, l'étude ethnographique de Sharon Traweek (1988) a montré de quelle manière des laboratoires en physique des hautes

énergies<sup>5</sup> est un monde d'hommes (*man's world*), et de quelles manières les scientifiques construisent le savoir . À partir d'une analyse des recherches en psychanalyse, Luce Irigaray (1985) argumente qu'aucun discours scientifique n'est neutre ni universel. Donna Haraway (1989), dans son analyse du biais racial et genré en primatologie, a soulevé les dualismes objectif/subjectif et science/nature. Enfin, Evelyn Fox Keller (1987) a remis en cause les concepts de genre/sexe et science/nature et a demandé au milieu scientifique de se diversifier :

The celebration of difference within science seems therefore to constitute a clear advance over both the monolithic view of science that threatens to exclude diversity, and the dualistic (or relativistic) view that threatens to deny particular meaning to the category, science. (p. 46)

Alors que les études féministes des sciences sont liées par la question du genre, Whelan propose plusieurs thématiques : « les enjeux de pouvoir et d'iniquité, les sortes de savoirs et connaisseurs, le discours et la matérialité, la subjectivité et l'objectivité, la personnification, les représentations, le travail, la résistance et la distinction entre laïque et expert » (2001, p. 538). De manière concrète, Sue Rosser (1987) identifie d'autres thèmes de recherche du féminisme en science dont la transformation de la pédagogie et du curriculum, la mise en évidence de l'histoire des femmes en sciences de même que leur statut actuel et l'élaboration de théories féministes des sciences et de sciences féminines.

Les féministes des milieux scientifiques ont élargi leur champ d'intérêt et se sont intéressées à de multiples types de diversité et d'inégalité occasionnées, entre autres par la race (Collins, 1986; Harding, 1993; Subramaniam, 2014), la classe sociale (Oakes et al., 1990), l'orientation sexuelle (Bilimoria et Stewart, 2009), les situations de handicap (Hall, 2002; Kafer, 2003; Mogendorff, 2013), le statut socio-économique du pays d'origine (Campion et Shrum, 2004), et la parentalité (Deschêne et al., 2019; Ivie et al., 2013). Aussi, le terme intersectionnalité, attribué à Crenshaw (1989) et largement utilisé, signifie « interaction between gender, race, and other categories of difference in individual lives, social practices, institutional arrangements, and cultural ideologies and the outcomes of these interactions in terms of power » (Davis, 2008, p. 68). Alors que les idéologies coloniales sont toujours présentes au Canada, soulignons certaines épistémologies autochtones visant à décoloniser les savoirs (Simpson, 2011, 2014; Tuck et Yang, 2012) ainsi que le féminisme (Arvin et al., 2013).

---

5. Il s'agit des laboratoires Ko-Energie butsurigatu Kenkyusho (KEK) à Tsukuba au Japon, du Stanford Linear Accelerator (SLAC) près de San Francisco et du Fermi National Accelerator Laboratory (Fermilab) près de Chicago.

### 1.1.3. Les initiatives émergent des milieux de STIM

Au cours des vingt dernières années, il y a eu une conscientisation grandissante des milieux en STIM quant à l'existence et aux impacts d'une sous-représentation des femmes en sciences (Hill et al., 2010; Ceci et al., 2015). Afin de pallier celle-ci, on utilise trois types d'approches : attirer, former, retenir. Celles-ci se sont inspirées, en partie, des études en science de l'éducation et des théories féministes des sciences. Étant donné la multiplicité des initiatives, je me concentrerai sur le cas de la physique.

Dans le but d'attirer plus de femmes en physique, des expositions retracent le parcours de physiciennes accomplies<sup>6</sup>. Précisons deux modèles récents de physiciennes reconnues : Fabiola Gianotti, directrice du CERN, et Pauline Gagnon, physicienne québécoise et communicatrice scientifique<sup>7</sup>. Cette dernière utilise la tribune offerte par son livre *Qu'est-ce que le boson de Higgs mange en hiver* (2015) pour faire un aperçu de la situation et pour argumenter l'importance de la diversité en physique. Visant à augmenter la visibilité de physiciennes accomplies, le 8 mars 2010, les salles de contrôle du LHC et des expériences ATLAS, CMS, LHCb et ALICE ont été exclusivement opérées par des physiciennes pour bien montrer que les femmes ont leur place en science<sup>8</sup>.

Outre la présence de modèles forts, les milieux scientifiques ont créé des bourses d'études et de recherches spécifiquement pour les femmes. Par exemple, le concours Excelle Science du ministère de l'Enseignement supérieur vise à « valoriser les femmes qui choisissent un métier traditionnellement masculin, récompenser leurs efforts, favoriser la réussite des étudiantes dans un groupe à prédominance masculine, et donner des modèles féminins sortant des sentiers battus ». Au département de physique de l'Université de Montréal, la bourse Marie Curie, parrainée par Hubert Reeves, permet à une finissante du collégial d'effectuer un stage de recherche au département. Enfin, le Gouvernement du Canada, par l'entremise du

---

6. Des exemples de telles expositions sont Physique de Femmes effectuée en 2005 par le CRNS et effectuée en 2008 par le ministère de l'Éducation, du Loisir, et du Sport du Québec. Voir : Le Poulenec, Claire. (8 mars 2005) Exposition : physique de femmes - Communiqués et dossiers de presse - CNRS. Consulté le 25 mars 2021, à l'adresse <http://www2.cnrs.fr/presse/communiqué/648.htm>  
Mousseau, Normand. (25 novembre 2008). Physique de femmes - Département de physique - Université de Montréal. Consulté le 25 mars 2021, à l'adresse <http://phys.umontreal.ca/nc/departement/nouvelles/une-nouvelle/news/physique-de-femmes-443/>

7. Fabiolla Gianotti a été désignée cinquième personnalité de l'année 2012 par le Time Magazine et, le magazine Forbes (États-Unis) l'a fait figurer parmi les « 100 femmes les plus influentes » en 2013. Voir : TIME's Person of the Year Issue : Cover Gallery. (2012). Time. Consulté le 25 mars 2021 à l'adresse <http://poy.time.com/2012/12/19/times-person-of-the-year-issue-cover-gallery/>  
Fabiola Gianotti. (s. d.). Consulté le 25 mars 2021, à l'adresse <http://www.forbes.com/profile/fabiola-gianotti/>

8. Voir : Le CERN célèbre la Journée internationale de la femme | Relations avec la presse et les médias. (2010). Consulté le 25 mars 2021, à l'adresse <https://press.cern/fr/press-releases/2010/03/le-cern-celebre-la-journee-internationale-de-la-femme>

CRSNG, offre un programme de chaires pour les femmes en sciences et en génie dans le but « d'accroître le niveau de participation des femmes en sciences et en génie et proposer des modèles aux femmes qui œuvrent dans ces domaines et qui envisagent d'y faire carrière »<sup>9</sup>.

Dans le but d'outiller les physiciennes, des organisations de physiciennes proposent une gamme de services : conférences, ateliers, mentorat, lecture d'articles sur la situation des femmes en science, réseautage, etc.<sup>10</sup> Notamment, le Groupe des physiciennes de l'université McGill encourage le réseautage et le mentorat en organisant des déjeuners avec des conférencières de renom<sup>11</sup>. Ces activités de réseautage sont également présentes au département de physique de l'Université de Montréal. De plus, des conférences nationales et internationales sur les enjeux des femmes en physique sont organisées ayant pour objectif de présenter la question de la sous-représentation des femmes en sciences, d'effectuer de la sensibilisation au sujet du harcèlement, de formuler des pistes de solutions quant à la rétention des physiciennes et d'offrir des ressources pour les mères scientifiques<sup>12</sup>. Certaines conférences, telle la Canadian Conference for Undergraduate Women in Physics (CCUWiP), visent spécifiquement les étudiantes au baccalauréat afin d'offrir une occasion aux jeunes chercheuses de bonifier leur curriculum vitae en présentant leurs résultats de recherche et en se sensibilisant aux enjeux de la sous-représentation des femmes en STIM.

Afin d'éviter que les physiciennes quittent le milieu académique, des initiatives ont été lancées pour rendre la culture disciplinaire et les conférences de recherches plus respectueuses des femmes et des groupes historiquement marginalisés. L'American Astronomical Society a mis en place d'un programme d'aide en cas de harcèlement (*Astronomy Allies*) lors de ses conférences (Urry, 2015). Cette initiative est maintenant largement adoptée dans les congrès d'astrophysique et s'ajoute maintenant à un code de conduite qu'il faut signer au moment de l'inscription. Les départements de physique qui le souhaitent peuvent demander une évaluation indépendante effectuée par l'American Physical Society (APS) afin d'améliorer le climat pour les femmes et les groupes historiquement marginalisés. Au cours des vingt dernières années, l'APS a fait un rapport sur les femmes en physique (Berrah, 2007), plus récemment un rapport sur le climat perçu par les personnes LGBTQ (Atherton et al., 2016). En 2020, l'APS a aussi lancé une alliance pour l'équité, la diversité et l'inclusion (APS-IDEA) une communauté d'apprentissage en ligne pour que les départements, collaborations de recherches ou

---

9. Government of Canada. (2016, juin 28). CRSNG – Programme de chaires pour les femmes en sciences et en génie. Consulté le 25 mars 2021, à l'adresse [http://www.nserc-crsng.gc.ca/Professors-Professeurs/CFS-PCP/CWSE-CFSG\\_fra.asp](http://www.nserc-crsng.gc.ca/Professors-Professeurs/CFS-PCP/CWSE-CFSG_fra.asp)

10. Des exemples de ces organisations sont le Committee on the Status of Women in Physics (CSWP), l'APS Women in Physics Canada, le comité Women in Physics - McGill University, le comité Diversité Physique de l'Université de Montréal.

11. Women In Physics. (s. d.). Consulté le 25 mars 2021, à l'adresse <http://www.physics.mcgill.ca/wip/>

12. Des exemples de ces conférences sont Women in Physics Canada Conference et International Conference on Women in Physics.

laboratoires discutent, réfléchissent et partagent des pratiques pour « transformer la culture de la physique ». L’American Institute of Physics (AIP) a publié l’analyse d’un sondage auprès de 15 000 membres de la communauté en physique différenciée selon le genre (homme et femme) et la pays d’origine (pays développé et pays moins développés) (Ivie et al., 2013). Ce rapport révèle que ce sont les hommes avec enfant qui ont la perception d’avancement de carrière la plus positive, que les physiciennes sont mariées à une personne détenant un doctorat dans une proportions de 40 % (pays moins développés) à 60 % (pays développés) et que les physiciennes se consacrent en plus grande proportion de leur temps aux tâches ménagères – trois à quatre fois plus – que leurs confrères physiciens<sup>13</sup>. Au Royaume-Uni, on a mis en place la charte Athena SWAN qui repose sur dix principes d’égalité dont :

3. We commit to addressing unequal gender representation across academic disciplines and professional and support functions [...]
4. We commit to tackling the gender pay gap. [...]
9. We commit to making and mainstreaming sustainable structural and cultural changes to advance gender equality, recognising that initiatives and actions that support individuals alone will not sufficiently advance equality<sup>14</sup>.

Certains organismes subventionnaires exigent maintenant la certification Athena SWAN, ce qui a grandement augmenté le nombre de demandes d’accréditation.

En plus de ces tentatives d’attirer, de former et de retenir les femmes scientifiques, il y a eu dans les revues scientifiques quelques éditions spéciales sur la sous-représentation des femmes en science. Notamment, la revue de l’Association canadienne des physiciens (ACP) a publié un numéro spécial *Les femmes en physique : Genre et diversité au travail*<sup>15</sup> et en autre numéro sur la diversité et l’inclusion est en préparation pour 2021. En mars 2013, c’était la prestigieuse revue *Nature* qui publiait un numéro spécial sur les femmes en sciences<sup>16</sup>.

Certains regroupements de femmes en sciences s’attardent aussi à la situation dans les pays en voie de développement. Par exemple, l’Organization for Women in Science for the Developing World (OWSD) est un lieu d’échange pour les scientifiques des pays développés et en voie de développement qui fournit des formations, du développement professionnel et du

---

13. Au Québec, Marilyse Hamelin (2017) a rédigé un essai pour l’égalité parentale où elle expose les différentes formes de discriminations au travail liées à la maternité (où la mère est dite le « parent par défaut »), mais aussi les obstacles vécus au travail par des pères engagés auprès de leurs enfants. Voir aussi Collard (2016).

14. About ECU’s Athena SWAN Charter. (s. d.). Consulté le 25 mars 2021, à l’adresse <http://www.ecu.ac.uk/equality-charters/athena-swan/about-athena-swan/>

15. Physics in Canada / La Physique au Canada - 2015 (71.2) | SUPPORTING PHYSICS RESEARCH AND EDUCATION IN CANADA. (2015). Consulté le 25 mars 2021, à l’adresse <http://www.cap.ca/en/publications/physics-canada-pic/issue/71/2>

16. Specials : Women. *Nature*. (2013). Consulté le 25 mars 2021, à l’adresse <http://www.nature.com/news/specials/women/index.html>

réseautage<sup>17</sup>. L'OWSD en partenariat avec The World Academy of Science (TWAS) et la Fondation Elsevier remettent cinq prix à des scientifiques en début de carrière de pays en voie de développement<sup>18</sup>. D'autre part, l'Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP), dans sa volonté d'outiller les scientifiques des pays en voie de développement, offre un séminaire pour les physiciennes soit le Career Development Workshop for Women in Physics<sup>19</sup>.

Même si ces multiples initiatives commencent à être reconnues, beaucoup d'interrogations demeurent dans la communauté scientifique quant aux causes de la sous-représentation des femmes. Entre autres, il est mentionné à l'interne que le corps professoral tendra vers la parité lorsque s'effectueront remplacements des professeurs retraités, à majorité masculine. Les statistiques de la CREPUQ semblent réfuter cette affirmation. Alors que la proportion de professeures dans les universités québécoises est passée de 13,3 % à 17,7 % de 2000 à 2010 dans les domaines de sciences naturelles, la proportion de femmes parmi les nouveaux professeurs a diminué, passant de 25,2 % à 10,2 % au cours des mêmes années (CREPUQ, 2013). Enfin, en 2017, le programme des Chaires de recherche du Canada (CRC) a mis en œuvre son *Plan d'action en matière d'équité, de diversité et d'inclusion* qui oblige les établissements universitaires à se fixer des cibles au sein des titulaires CRC en matière de représentation des groupes désignés (dont les femmes)<sup>20</sup> afin que, d'ici 2029, les titulaires de CRC reflètent la démographie canadienne.

Le domaine de la physique a cette particularité que, selon les statistiques compilées par l'APS, depuis les années 2000, le taux d'admission des femmes au baccalauréat en physique dans les universités américaines stagne à 20 %. Cela est bien en deçà des 35 % observé dans les autres disciplines STIM. Au Québec, la proportion de femmes à l'admission au baccalauréat en physique est aussi autour de 20 % dans les trois cycles d'études (CFSG, 2017, p. 29). Concernant les statistiques, Amy Bug apporte une nuance intéressante :

To the uninitiated, demographics is the only issue relevant to women in physics. This does not imply, however, that this concern is foolish or misplaced. [...] Arguments for including women tend to be based on equity concerns, or the concern that people with good minds should not be turned away when they might be utilized in the service of physics-as-is. Arguments tend not, for

---

17. Welcome to OWSD | OWSD. (s. d.). Consulté le 25 mars 2021, à l'adresse <http://www.owsd.net/>

18. Elsevier. (s. d.). Here are the winners of the Women in Science Elsevier Foundation Awards – meet them at #AAASmtg. Consulté le 25 mars 2021, à l'adresse <https://www.elsevier.com/connect/women-in-physics-and-math-to-receive-elsevier-foundation-awards-at-aaas-meeting>

19. ICTP. (s. d.). Career Development Workshop for Women in Physics | (smr 2754) (12-16 October 2015). Consulté le 25 mars 2021, à l'adresse <http://indico.ictp.it/event/a14298/overview>

20. Les CRC ont quatre groupes désignés : « les femmes, les personnes handicapées, les membres des minorités visibles et les Autochtones ». <https://www.chairs-chaire.gc.ca/program-programme/equity-equite/targets-cibles-fra.aspx>



example, to be based on feminist empiricist claims that only a diversely gendered group can produce unbiased results or that the problems chosen and methods used must be divested of an existing Western or androcentric bias (Harding, 1987). (Bug, 2003, p. 886-887)

Ainsi, bien qu'un travail considérable ait été effectué sur la sous-représentation des femmes et minorités en sciences, la question de la diversité en science demeure ouverte.

#### 1.1.4. Diversité, inclusion et identité

À la section précédente, j'ai présenté les recherches et initiatives qui visent à décrire ou à pallier la sous-représentation des femmes en sciences. Bien que traiter la question de cette manière comporte plusieurs avantages, des remarques s'imposent. Premièrement, de nombreuses personnes ne s'identifient pas à une vision binaire du genre. Ainsi, ces personnes sont d'office exclues dans les représentations statistique hommes/femmes et dans les initiatives qui vise à « palier le manque de femmes ». Deuxièmement, cette discussion sur la sous-représentation des femmes ne doit pas servir à uniformiser les parcours. Surtout, la notion de « femme » ne doit pas être un raccourci pour la femme blanche, de classe moyenne et occidentales. Autrement dit, ma situation de physicienne-chercheure, parent depuis 2016, québécoise, francophone, blanche, immigrante de deuxième génération, et fille de deux pasteurs protestants n'est en aucun cas universelle. Toutefois, je peux me servir de ces identités comme point de départ à une réflexion approfondie. Comme réponse à ces remarques, je suggère d'aborder la diversité et l'inclusion. Ces notions visent à tenir compte de la variété de parcours et d'identités.

Depuis une vingtaine d'années, les disciplines de la gestion, des ressources humaines et en sociologie des organisations conceptualisent la diversité et l'inclusion notamment dans une logique d'optimisation de talents. En plus de scruter les mécanismes structurels à l'œuvre, ces recherches proposent plusieurs outils et pratiques visant à accroître la diversité et l'inclusion qui peuvent s'appliquer aux organisations scientifiques et aux universités.

La notion de diversité est large notamment à cause des multiples contextes culturels et géographiques dans lesquels existent les organisations ce qui crée plusieurs interprétations de la diversité dans sa compréhension, ses pratiques et sa gestion (Bendl et al., 2016; Barth et Falcoz, 2007; Konrad et al., 2005). Ajoutant à la complexité, le champ de la diversité traverse de multiples méthodologies et perspectives théoriques dont le positivisme, le constructivisme, la théorie critique, ainsi que les perspectives intersectionnelles, postcoloniales et queer (Bendl et al., 2016). De manière succincte et dans une perspective de gestion, la diversité :

visé à expliciter des discriminations reposant sur une catégorisation des personnes (selon le genre, l'orientation sexuelle, l'origine ethnique, le handicap, les convictions religieuses, et les autres critères retenus par la loi) [...] et à engager des actions de valorisation différenciée de ces catégories (Barth et Mahieu, 2011, p. 6).

Konrad (2003) précise que ce ne sont pas uniquement les différences individuelles, mais aussi les relations de pouvoir et de domination entre ces groupes identitaires qui construisent et donne la raison d'être à la diversité. Ainsi, Konrad et al. (2005) incluent dans leur catégorisation les groupes historiquement désavantagés.

La diversité est intrinsèquement liée au concept d'identité qui est lui aussi conceptualisé de plusieurs manières. Point (2007) présente la métaphore de l'identité comme un iceberg où seuls quelques aspects identitaires sont visibles – le genre, la race, l'âge, la langue - alors que les identités d'orientation sexuelle, de religion, de profession et de classe sociale ne le sont pas. Pour sa part, Maalouf rejette l'idée que l'identité puisse se compartimenter et propose plutôt qu'elle s'inscrit entre un sentiment d'appartenance et d'unicité par rapport aux humains.

L'identité ne se compartimente pas, elle ne se répartit ni par moitiés, ni par tiers, ni par plages cloisonnées. Je n'ai pas plusieurs identités, j'en ai une seule, faite de tous les éléments qui l'ont façonnées, selon un 'dosage' particulier qui n'est jamais le même d'une personne à l'autre. (1998, p. 10)

Bien qu'il y ait plusieurs recoupements entre les notions de diversité et d'inclusion, Shore et al. (2018) distinguent les pratiques de gestion de la diversité aux pratiques inclusives comme suit. Les pratiques de gestion en diversité relèvent des ressources humaines alors que les pratiques inclusives dépendent des actions des individus. Ainsi, pour créer un climat ou une culture organisationnelle inclusive, il faut éliminer ou au mieux réduire les discriminations subtiles - intentionnelles ou non – effectuées par des individus tels le harcèlement psychologique et sexuel, les biais ou attitudes implicites<sup>21</sup> (Brownstein, 2019), les microagressions (Sue, 2010) et la menace du stéréotype. Les biais ou attitudes implicites réfèrent à des associations cognitives entre des groupes sociaux et des concepts. Ces associations amènent les individus à agir, sans mauvaises intentions, selon des préjugés et des stéréotypes. Plusieurs études ont montré que ces actions dévalorisent les accomplissements notamment des femmes, des personnes LGBTQ+ et des personnes racisées (Brownstein et Saul, 2016). Les microagressions sont des affronts ou des insultes dirigées vers une ou plusieurs personnes d'un groupe opprimé (Torino et al., 2018). Les microagressions peuvent être implicites ou explicites, verbales ou non verbales, et tout comme le harcèlement psychologique et sexuel,

---

21. Biais et attitudes implicites sont des traductions de *implicit bias*. Biais inconscients (*unconscious bias*) est moins utilisé.

elles ont des effets physiques et psychologiques importants. Enfin, la menace du stéréotype survient lorsqu'une personne – membre d'un groupe perçu de manière stéréotypée comme mauvais dans un certain champ d'activité – est dans un environnement compétitif. Cet environnement menaçant décroît la performance de la personne et la pousse à s'y dérober (Torino et al., 2018).

Connexes et entremêlées à la diversité et l'inclusion, je présente les notions d'équité, d'égalité et de non-discrimination. L'équité, qui comporte plusieurs sens, est définie ici comme un traitement spécifique qui peut impliquer une discrimination positive pour tenir compte des biais et obstructions structurelles. L'égalité est un traitement égal à chaque individu, tandis que l'égalité des chances « est satisfaite lorsque la situation acquise par un individu ne dépend pas de celle de ses parents » (Montoussé et Renouard, 2006, p. 132). Souvent intégrée dans le cadre législatif, la non-discrimination consiste à offrir à des groupes cibles des possibilités égales dans l'emploi, le revenu, l'avancement, etc.<sup>22</sup> Perçus comme négatifs, les termes d'égalité des chances, d'équité et de non-discrimination ont été progressivement remplacés, dans certaines organisations françaises, par des termes plus positifs comme la diversité ou l'inclusion (Montargot et Peretti, 2014). Toutefois, Wilson (2013) met en garde contre la notion de diversité qui met l'emphase sur des groupes ciblés plutôt que sur les individus et entraîne ainsi des conflits entre les divers groupes qui cherchent à obtenir leur juste place dans les organisations. Il propose alors la notion d'équité humaine qui, dans le milieu de travail, vise à tenir compte des talents et forces propres à chaque personne.

Un corpus intéressant d'études aborde les pratiques des universités quant à la diversité et à l'inclusion. En premier lieu, Pérugien et Barth répertorient six types de stratégies organisationnelles en faveur de la diversité allant du « pionnier » à la « stratégie d'adaptation » (2016, p. 274). Ces stratégies peuvent être proactives ou réactives et influencent quatre « comportements organisationnels » interreliés. Les types de comportements et des exemples (entre parenthèses) se dépeignent comme suit : les ressources octroyées (quasi nul, existant), les enjeux comblés (médiatiques, sociétaux), le projet de l'établissement (respect de la loi, exemplarité) ainsi que les effets recherchés (gain de notoriété, diversification du profil des élites). Aussi, basée sur l'expérience d'une recherche-action auprès d'une école de management, les autrices proposent cinq étapes pour construire une politique diversité dans des institutions universitaires (1) faire un diagnostic des pratiques en faveur de la non-discrimination, (2) construire une politique diversité proactive, (3) sensibiliser l'ensemble des acteurs, (4) diffuser de la diversité dans les différentes activités de l'organisation, (5) évaluer la démarche. Ces étapes nécessitent l'appui de l'administration universitaire ce qui n'est pas le cas dans le mouvement activiste étudiant scruté par Hoffman et Mitchell (2016). Dans une étude de

---

22. Au Canada, les quatre groupes visés par la Loi sur l'équité en matière d'emploi sont les femmes, les minorités culturelles, les personnes en situation de handicap et les personnes autochtones.

cas sur les relations entre un groupe activiste étudiant et l'administration universitaire sur l'équité et la diversité. En réponse à une série d'incidents raciste sur le campus, le groupe activiste étudiant a émis une série de demandes à l'administration universitaire et la situation s'est amplifiée. Hoffman et Mitchell (2016) analysent les discours de part et d'autre et dressent plusieurs constats. Premièrement, lorsque l'administration universitaire insiste que la diversité est l'affaire de toutes et tous, elle tente d'effacer des différences de pouvoir (*power differentials*) et néglige de tenir compte son propre pouvoir décisionnel. Deuxièmement, lorsque l'administration encourage le groupe activiste étudiant d'agir pour convaincre les personnes concernées, elle laisse entendre que c'est aux personnes marginalisées de faire le travail (bénévole) de promouvoir l'équité et la diversité dans l'institution même si, selon les auteurs, c'est la responsabilité de l'administration d'instaurer le changement à travers de politique et l'allocation de ressources. Troisièmement, l'institution universitaire adopte plus facilement des stratégies favorisant la diversité lorsque l'argumentaire est couplé avec des valeurs historiquement défendues par celle-ci (notamment l'excellence). Ce dernier point, l'influence des valeurs historiquement défendues par les universités sur la capacité à agir pour l'équité et la diversité, rejoint les propos de Henry et al. (2017). Dans leur étude sur la racisation et l'autochtonisme dans une cinquantaine d'universités canadiennes anglophones, Henry et al. dénoncent l'eurocentrisme des universités canadiennes notamment dans le curriculum 'canon' eurocentriste et dans la difficulté à monter des cours et programmes sur les enjeux raciaux ou autochtones, contrairement aux études de genre qui sont bien présentes. En plus de passer en revue la démographie des corps professoral, les différences salariales, les situations quotidiennes ainsi que les défis vécus par les professeurs et professeures racialisées et autochtones, l'inefficacité des politiques de diversité, Henry et al. identifient de nombreux biais implicites raciaux et de genre dans les universités canadiennes portant notamment sur : les lettres de références, la prise de parole en classe, la visibilité dans les conférences, les citations et l'auto-promotion, le réseau académique, les évaluations d'enseignement, etc. Enfin, j'attire l'attention sur ces textes concernant les personnes LGBTQ+ en milieu universitaire (Beemyn, 2019; Gibson, 2012) et en contexte québécois (Chamberland et Puig, 2016).

## 1.2. Le travail identitaire

Ici, j'aborde le concept de travail identitaire qui permet d'observer les actions et processus qui construisent la compréhension de soi et l'appartenance au milieu. Ce faisant, j'individualise et contextualise certains mécanismes de marginalisation pour lesquels il y a, dans la communauté scientifique, des conséquences globalement quantifiables.

L'article d'Alvesson et Willmott (2002) est souvent considéré comme fondateur au concept de travail identitaire (*identity work*) tel que mobilisé dans cette thèse. En examinant le contrôle organisationnel sur la régulation de l'identité, les auteurs présentent le travail identitaire en interrelation avec la régulation identitaire (*identity regulation*) et l'auto-identité (*self-identity*). Par la suite, Sveningsson et Alvesson déploient les bases du concept de travail identitaire et définissent succinctement celui-ci comme les actions de « former, réparer, maintenir, renforcer ou réviser » (2003, p. 1165) les constructions de la compréhension de soi. Depuis, le travail identitaire a été repris dans divers contextes en plus d'avoir fait l'objet de trois éditions spéciales dans *Organization* (2008), *Human Relations* (2009) et le *Scandinavian Journal of Management* (2012). Je recense de la littérature certains thèmes d'importance pour cette thèse tandis que le cadre conceptuel se retrouve au chapitre suivant. Ainsi, dans cette section, je débute par quelques articles de recension qui fournissent plusieurs thèmes de débats, d'approches théoriques, de modes, d'enjeux et de sous-concepts. Ensuite, je présente plusieurs thèmes qui émergent de la recension d'études empiriques et qui sont mobilisés dans cette thèse. Il s'agit du travail identitaire associé à la négociation avec l'image stéréotypée du milieu, aux relations entre les individus et leur environnement, aux transitions personnelles et organisationnelles ainsi qu'aux études des milieux universitaires.

Le travail identitaire est mobilisé dans une diversité de contextes, notamment dans les études en gestion et, dans une moindre mesure, en communication. Étant donné sa popularité, plusieurs revues de la littérature ont traité du corpus de travaux sur le travail identitaire. Ce corpus est qualifié de fragmenté (Caza et al., 2018), hétérogène (Miscenko et Day, 2016), sous-recensé (Brown, 2015), confus et déroutant (Brown, 2017). Pour structurer ce corpus, Brown (2015) expose cinq thèmes de débats dans les recherches sur l'identité. L'identité peut être (1) choisie ou assignée, (2) stable, adaptative ou fluide, (3) unifiée et cohérente ou fragmentée et possiblement contradictoire, (4) perçue positivement ou non, (5) cadrée ou non par un désir d'authenticité. Même si le travail de l'identité est la métaphore dominante, d'autres alternatives existent telle que le jujitsu, la pratique, le jeu ou le bricolage identitaire (Brown, 2015). Miscenko et Day (2016) reprennent les points (3) et (4) et ajoutent que le travail identitaire peut suivre une approche narrative (où l'individu construit une identité cohérente et intégrée) ou une approche poststructuraliste (où l'identité est fragmentée et fluide) et ce, dans un corpus élargi associé à l'identité au travail (*work identity*). Enfin, dans une autre tentative de structuration, Brown (2017) définit cinq approches théoriques au travail identitaire qui sont l'analyse discursive, dramaturgique, symbolique, sociocognitive et psychodynamique<sup>23</sup>.

---

23. Toujours passionnée par le sujet, Brown et al. (2019) présente une troisième recension cette fois sur les articles publiés dans la revue *Organization Studies* au cours des vingt dernières années et propose trois courants sur le sujet qui sont la nature de l'identité, la manière dont les identités sont impliquées dans les processus et aboutissements organisationnels ainsi que les micro-politiques de la formation des identités.

À la définition usuelle du travail identitaire – synthétisées comme les actions de former, réparer, maintenir, renforcer ou réviser les constructions de la compréhension de soi – Caza et al. (2018) proposent une définition élargie qui intègre trois aspects actuellement largement pris pour acquis dans la communauté : (1) le travail identitaire est un processus en continu, c'est-à-dire qu'il implique des expériences et reconstructions constantes, (2) des éléments comme les transitions de rôle, les tensions identitaires et les climats de travail exigeants peuvent déclencher un travail identitaire plus important, et (3) le travail identitaire se produit à l'intersection de l'individu et son environnement. Visant à mieux définir les types d'actions du travail identitaire, Caza et al. proposent quatre modes – cognitif, discursif, physique et comportementale – qui représentent respectivement là où les actions surviennent : dans les pensées, les discours, les symboles et les actions. Enfin, Caza et al. (2018) lient les courants théoriques (théorie de l'identité sociale, critique, identitaire et narrative) aux catégories d'identités explorées (personnelles, de rôle et collectives) ainsi qu'aux manières, moments et motivations à investir un travail identitaire.

### **1.2.1. Le travail identitaire comme négociation avec l'image stéréotypée du milieu**

Le thème du travail identitaire comme négociation avec l'image stéréotypée du milieu révèle à la fois certains processus d'acceptation et de rejet d'aspects identitaires de même que des stratégies intermédiaires. Ce thème se retrouve dans des études axées sur le genre, mais aussi à travers plusieurs facettes identitaires dont l'orientation sexuelle, l'ethnicité, la religion et dans l'intersection de ces facettes.

À cet effet, notons deux articulations spécifiques de travail identitaire. D'une part, Alvesson et Billing (2009) articulent les concepts de travail identitaire et de genre. Désigné parfois comme le travail identitaire genré (*gendered identity work*), ce dernier permet d'observer au niveau individuel comment se jouent et s'expriment les constructions sociales associées au genre que sont les masculinités et féminités (Alvesson et Billing, 2009; Marlow et McAdam, 2015; LaPointe, 2013). D'autre part, le travail identitaire intersectionnel (*intersectional identity work*) consiste à marier au concept de travail identitaire la perspective intersectionnelle (Atewologun, 2014; Carrim et Nkomo, 2016; Corlett et Mavin, 2014). La perspective intersectionnelle étudie comment se construisent socialement les notions de race, de genre, d'orientation sexuelle, de classe et d'autres facettes identitaires dans un processus intriqué et aussi, comment les pratiques sociales positionnent ces groupes différemment dans la société et les organisations. Autrement dit, le travail identitaire intersectionnel vise à examiner la construction en continu d'identités mutuellement constituées en réponse à des menaces identitaires (Atewologun et al., 2016).

Plusieurs études décrivent les négociations de femmes entrepreneures ou gestionnaires face à l'image stéréotypée du milieu (dite masculine). Par exemple Marlow et McAdam (2015) analysent le caractère genré des incubateurs d'entreprises du Royaume-Uni à travers les discours de quatre femmes d'expérience y démarrant leur entreprise en technologie de pointe. Elles notent que ces incubateurs d'entreprises incitent les femmes à reproduire des pratiques dites masculines associées au stéréotype de l'entrepreneur en technologie, notamment à travers la coconstruction et le renforcement des perceptions stéréotypées des comportements genrés. Aussi, Essers et Benschop scrutent le travail identitaire effectué par des entrepreneures d'origine turque ou marocaine aux Pays-Bas qui doivent négocier avec « l'archétype de l'entrepreneur blanc héroïque » (2007, p. 66). Les autrices identifient les stratégies de travail identitaire suivantes : adhérer à l'image conventionnelle, dénoncer la féminité ou l'ethnicité conjecturale et dénoncer la connotation masculine de l'entrepreneuriat. À travers l'habillement, Omair (2009) identifie le travail identitaire des femmes gestionnaires d'Arabie Saoudite. Ces femmes adoptent le code vestimentaire traditionnel et l'utilisent entre autres pour éviter le harcèlement sexuel et dégager aussi une image de « neutralité sexuelle » (Omair, 2009, p. 427). Même si elles expérimentent des obstructions structurelles, leur habillement traditionnel – qui explicite leur féminité – dégage un sentiment de professionnalisme, de sens des responsabilités et de moralité. Martin et al. (2020) explorent le travail identitaire effectué par trois propriétaires exploitantes d'entreprises en économie créative au Royaume-Uni. Ces femmes adoptent certains stéréotypes associés au milieu c'est-à-dire être méthodique et logique plutôt qu'user d'instinct. Ces propriétaires exploitantes d'entreprise expriment leur féminité en insistant sur l'idéal maternel (dont le soin et l'empathie) qui s'enchâsse autant dans les pratiques professionnelles que domestiques. Enfin, LaPointe (2013) analyse le travail identitaire genré de diplômées en gestion finlandaises qui effectuent un changement de carrière à travers les narratives héroïques culturellement associées aux changements de carrière, les situations utilisées pour expliquer le besoin d'un changement de carrière, et enfin, les situations générant des identités conflictuelles comme la conciliation famille et carrière. Dans ces études, on observe une variété de manifestations qui traversent certains thèmes de débats associés à l'identité proposés par Brown (2015). Entre autres, l'identité est parfois choisie ou assignée, stables ou fluides, cohérente ou contradictoire, etc. Aussi, l'identité s'exprime dans les quatre modes de travail identitaire proposées par Caza et al. (2018) dont l'adoption ou le rejet de stéréotypes dans les valeurs (les pensées) ou les faits et gestes (les actions), les narratives associées à l'idéal maternel (les discours) et l'habillement (les symboles).

Quelques études ont scruté le travail identitaire d'hommes et trouvé des négociations avec l'image stéréotypée de la masculinité. Alvesson (1998) décrit comment des annonceurs, dont le milieu de travail paraissait féminin, ont renforcé la division genrée du travail pour protéger

leur identité masculine. À l’opposé, Ely et Meyerson (2010) rapportent que les employés masculins d’une plateforme pétrolière en mer adoptent une diversité de comportements (accepter ouvertement leurs limites, leurs erreurs et leurs émotions) qui contrastent avec le stéréotype masculin. Dans ces deux exemples, l’image stéréotypée associée au milieu de travail stimule une négociation sur l’organisation du travail et sur les identités individuelles.

Le travail identitaire des personnes LGBTQ+ permet d’explorer la construction identitaire en relation avec les normes hétéronormatives dominantes. Rumens et Kerfoot (2009) analysent les discours d’hommes gais britanniques à propos de leur construction d’une identité professionnelle dans des milieux de travail alliés LGBTQ+ (*gay-friendly*). Afin de paraître professionnels, certains portent une grande attention à leur habillement et sculptent leur corps. Rumens et Kerfoot notent que ces hommes ont généralement une attitude positive face à leur milieu, se conforment aux standards professionnels et pourraient (notamment à travers l’habillement et l’apparence corporelle) limiter l’expression de certains aspects de leur identité incompatibles avec les idéaux normatifs du professionnel, c’est-à-dire une certaine forme de camouflage. Baker et Lucas (2017) décrivent comment, en milieu de travail, des personnes LGBTQ+ adoptent une variété de stratégies pour protéger leur dignité. Notamment, ces personnes (1) évitent les préjudices en recherchant des espaces sûrs (*safe spaces*) comme des organisations, entreprises ou communautés alliées, (2) déjouent les préjudices par des pratiques de gestion de l’identité sexuelle par exemple en dissimulant leur orientation ou identité LGBTQ+, (3) compensent la dévalorisation identitaire en soulignant leur valeur instrumentale, et (4) si le milieu de travail est suffisamment sûr, agissent comme agents de changement en créant de nouveaux espaces sûrs pour leur propre personne et pour les autres membres des communautés LGBTQ+. Ces deux articles reflètent des stratégies similaires, notamment la dissimulation identitaire qui revient au désir d’authenticité de Brown (2015). Soulignons aussi que le dernier point soulevé par Baker et Lucas – la création de nouveaux espaces sûr – est pertinent pour l’axe de cette thèse abordant le militantisme pour la diversité en STIM.

Dans une perspective intersectionnelle, les modes de négociation avec les stéréotypes sont multiples. Berger et al. (2017) décrivent le travail identitaire de personnes de confession musulmane, de descendance marocaine et très instruites dans un contexte d’emploi au Pays-Bas, c’est-à-dire dans une culture historiquement occidentale, caucasienne, chrétienne ou athéiste. Tout en évitant de mettre en évidence leur identité musulmane, ces employés et employées mobilisent trois stratégies de travail identitaire : (1) l’adaptation et la négociation, (2) l’évitement et (3) le rejet et la résistance. Aussi, Carrim et Nkomo (2016) analysent le travail identitaire des femmes gestionnaires indiennes en Afrique du Sud. Ces femmes renégocient continuellement leurs identités « race/ethnicité », culturelles et de genre en vue de former



une identité de gestionnaire. Les autrices soutiennent que le système étatique d'apartheid assigne aux femmes indiennes une citoyenneté marginale découlant de la combinaison de leurs identités de genre et de race/ethnicité. Néanmoins, ces femmes résistent à l'adoption complète des valeurs de gestionnaire typiques et conservent certains aspects et pratiques de la culture indienne ; elles aspirent ainsi à former une identité hybride. En plus de mobiliser des stratégies d'acceptation et de résistance, l'approche intersectionnelle met en évidence les transitions identitaires personnelles comme il sera décrit à la section 1.2.3.

En STIM, Jorgenson (2002) examine les récits des femmes ingénieures quant à leur avancement professionnel et expériences organisationnelles afin de dégager les caractéristiques de leurs traits identitaires. Ces femmes se positionnent typiquement comme des ingénieures aux narratives héroïques, non-féministes, singulières qui se considèrent comme de bonnes mères. En sciences de l'éducation, plusieurs recherches ont abordé la construction de l'identité de scientifique (Carlone et Johnson, 2007) et de l'identité de physicien ou physicienne (Hazari et al., 2010, 2015, 2020). Le modèle d'identification à la physique proposé par Hazari et al. (2010) s'articule autour de quatre éléments – la reconnaissance, la performance, l'intérêt et la compétence – et cette recherche suggère que les enseignants et enseignantes jouent un rôle déterminant dans ce processus d'identification à la physique. Aussi, Gonsalves (2014) illustre comment des étudiants et étudiantes de troisième cycle en physique négocient certains aspects identitaires. Ici, la construction de l'identité en physique se fait principalement à travers la reconnaissance. Cette reconnaissance est obtenue par la démonstration de compétences techniques, analytiques et académiques, mais aussi dans la reproduction et la reformulation de certains discours stéréotypés associées aux normes de genre notamment à travers l'habillement. Toujours dans la communauté universitaire en physique, Gonsalves et Danielsson (2020) analysent diverses manières par lesquelles le travail identitaire et le genre interagissent avec des notions socialement construites comme le pouvoir, le privilège et l'iniquité. On retrouve ainsi en STIM une variété de stratégies qui recourent, sur plusieurs aspects, celles des femmes gestionnaires et entrepreneures, les personnes LGBTQ+ ainsi que les personnes aux intersections de plusieurs situations marginalisantes. Autrement dit, à travers ces textes sur le travail identitaire comme négociation avec l'image stéréotypée du milieu, je remarque que cette négociation comporte plusieurs aspects, dont l'acceptation, le rejet et des stratégies intermédiaires comme le camouflage, l'identité hybride ou l'évitement.

Je termine avec quelques textes portant sur le travail identitaire associé à la prise de conscience envers ces mêmes stéréotypes. Atewologun (2014) décrit trois niveaux de saillance identitaire intersectionnelle qui génèrent une prise de conscience et construction de l'intersection des identités de genre, d'ethnicité et de haute fonction dans les organisations. Le niveau intrapersonnel est lié à la réflexivité, et s'est manifesté dans cette étude lorsque quatre des

onze répondants et répondantes ont mis de l'avant leur identité nigérienne qui est commune avec celle de la chercheuse. Le niveau interpersonnel s'est manifesté dans les manières dont les masculinités ont été définies et vécues différemment selon la race, la culture et la classe. Enfin, le niveau méso réfère au contexte organisationnel, où des tensions ont émergé à savoir laquelle du genre ou de l'ethnicité serait la meilleure catégorie pour implémenter la diversité organisationnelle. Enfin, Di Tullio (2019) décrit les conséquences de la prise de conscience des stéréotypes en STIM. Selon ses travaux, la prise de conscience de la négociation avec le stéréotype du milieu transforme favorablement la perception identitaire des chercheuses en STIM – quatrième thème de débat de Brown (2015) – en particulier quant à l'aspect identitaire associé à la performance. En effet, elles arrivent à faire abstraction de la dimension personnelle dans la situation de discrimination, ce qui les amène plus souvent à avoir une réaction plutôt positive (sourire, exprimer ses opinions) et à internaliser des sentiments positifs (bien-être, sécurité, fierté, force, joie). À l'opposé, les scientifiques moins connaisseuses des enjeux associés au genre associent la discrimination à une dimension personnelle, plutôt que collective, réagissent négativement (crier, se rebeller, saboter, demander, s'opposer) et internalisent des sentiments négatifs (indignation, découragement, colère, sentiment de culpabilité, mécontentement).

### **1.2.2. Le travail identitaire comme relation entre les individus et leur environnement**

Dans plusieurs rapports sur la communauté en physique, les femmes, les personnes non-binaires, les personnes racisées ainsi que les personnes LGBTQ+ rapportent vivre un climat de travail ou d'étude défavorable (Atherton et al., 2016; Berrah, 2007; Ivie et al., 2013; James et Bertschinger, 2020). Ainsi, il m'apparaît important de traiter du travail identitaire en relation avec l'environnement de travail. Parfois, la relation est négative comme dans les cas d'intimidation, de harcèlement, de microagression, de transformation ou d'absence d'emplois, pourtant, dans plusieurs cas, les individus vivant ces situations difficiles parviennent à se forger une identité positive.

Lutgen-Sandvik (2008) explore l'intense travail identitaire, dit « de réparation » dans les réponses au traumatisme et à la stigmatisation chez des adultes victimes d'intimidation au travail. L'autrice extrait sept types de travail identitaire interreliés : la stabilisation, la recherche de sens, la réconciliation, la réparation, le deuil ainsi que la restructuration. Le travail identitaire survient selon trois phases associées avec le début, l'escalade et la cessation des abus. Aussi, Herovic et al. (2019) analysent comment de jeunes employés et employées expérimentent les situations de harcèlement sexuel et comment la gestion du doute s'effectue

à travers le statut d'emploi, les débordements, les relations avec les collègues, la culture et les dispositions physiques.

Ramjattan (2014) décrit le travail identitaire effectué par dix professeurs et professeures d'anglais langue seconde de communautés racisées (*racialized*) œuvrant dans des écoles privées à Toronto et vivant des situations de microagressions. Ne ressemblent pas à l'instructeur idéal dépeint comme blanc et de langue maternelle anglaise, ces professeurs et professeures vivent des rencontres embarrassantes, dérangeantes et discriminatoires dans leur lieu de travail. Les obstacles s'orientent autour de trois axes : difficulté à l'embauche, gestion des impressions initiales des élèves (face à l'image stéréotypée), et microagressions intégrées dans la routine quotidienne d'enseignement. En réponse à ces menaces, les professeurs et professeures construisent leurs identités à travers le doute et la souffrance, intègrent certaines perceptions négatives ou séparent leur identité personnelle et professionnelle pour finalement tenter de résister aux perceptions émises par les élèves et agir dans la prévention du racisme. À travers le travail identitaire, Hilde (2013) présente comment des immigrants et immigrantes de Hong Kong conçoivent leur expérience immigratoire au Canada ainsi que leurs opportunités d'emplois. Plusieurs ont intériorisé un discours d'un soi inadéquat ou lacunaire ou encore ont adopté une identité associée au sacrifice afin de maintenir une identité positive. Comme ces personnes n'ont pas conscience de la manière dont leurs perceptions de soi puissent être façonnées par le racisme, ils et elles peuvent accepter plusieurs pratiques inéquitables dites normales. Enfin, Hilde note que quelques immigrants et immigrantes ont développé des stratégies de résistance. Alors que le travail identitaire associé aux situations de harcèlement et d'agression relèvent entre autres de la restructuration, les travaux de Ramjattan (2014) et Hilde (2013) sur les situations de microagressions font ressortir le doute et l'intégration de perceptions négatives.

La thèse de Tuori (2014) porte sur les inégalités et les silences dans le travail identitaire chez des employés et employées du secteur des technologies numériques. Elle note que le travail identitaire intersectionnel est moins lié aux catégories sociales qu'aux enjeux de privilèges et de désavantages. Dans sa recherche, toutes les catégories scrutées pointent vers les inégalités qui elles-mêmes influencent les stratégies de travail identitaire employées. Gagne (2016) explore les liens entre l'accès aux ressources (personnelles, d'emploi et relationnelle) et la construction identitaire de gestionnaires. L'auteur conclut que les individus ayant un grand accès aux ressources adopteront une vaste gamme d'identités, dont celles pouvant être perçues comme négatives alors que les individus ayant un accès restreint aux ressources adopteront des identités « moins originales et plus communément valorisées » (Gagne, 2016, p. 23). Enfin, Riach et Loretto (2009) explorent les processus et discours par lesquels des

personnes de plus de 50 ans sans emploi construisent et maintiennent une identité professionnelle. Elles se font imposer des identités, façonnent des identités professionnelles positives, rejettent les identités professionnelles négatives et affirment vivre une double discrimination par rapport à leur âge et aux « invalidités ». Alors que plusieurs des situations de relations à l’environnement font état d’une identité choisie (Brown, 2015), dans ce travail identitaire associé à la difficulté d’accès aux ressources, je note la présence de l’identité assignée ou imposée (Riach et Loretto, 2009). Dans les cas analysés par Tuori (2014) et Gagne (2016), la difficulté d’accès aux ressources assigne un certain ensemble d’identités disponibles alors que pour les employés masculins d’une plateforme pétrolière, la situation élargit le spectre des identités disponibles.

Ayant abordé le travail identitaire dans des contextes difficiles (harcèlement, microagression, accès limité aux ressources), c’est à se demander si le travail identitaire occasionné par la relation entre l’individu et l’environnement peut être positif. Lucas (2011) note qu’à l’exception des études sur le travail identitaire genré, que peu d’articles abordent les relations positives avec les milieux de travail. Pour faire ressortir le travail identitaire positif, l’auteur utilise le concept de dignité dans son étude sur les cols bleus travaillant dans le secteur minier. Elle recense trois discours sur la dignité au travail : (1) tous les emplois sont importants et valables, (2) la dignité se situe dans la qualité du travail et non dans le statut professionnel, et (3) la dignité émerge dans la manière dont les personnes traitent et sont traitées par les autres dans les interactions quotidiennes. Enfin, les cols bleus insistent sur le fait que tous les groupes sociaux méritent dignité et respect et, ce faisant, juxtaposent certains groupes sociaux. Autrement dit, ils et elles surévaluent la dignité des membres de groupes sociaux moins élevés, mais aussi dévalorisent – tout en révéralent – les membres groupes sociaux élevée (comme les médecins).

Un autre exemple de travail identitaire plus neutre est celui déclenché ou amplifié par les changements organisationnels. Boudreau et al. (2014) examinent le travail identitaire d’un groupe de bibliothécaires responsables d’un nouveau centre d’information numérique. La transition vers un environnement de travail numérique a entraîné des menaces et opportunités identitaires. Plus particulièrement, les auteures analysent comment l’image attribuée aux bibliothécaires, telle que reflétée par le patronat, les incite à tester plusieurs identités provisoires (« qui pourrait-on être ? » versus « qui avez-vous été ? »). Gendron et Spira (2010) présentent le travail identitaire de travailleurs et travailleuses licenciées à la suite du démantèlement de la société Arthur Anderson. Ces individus tentent de maintenir ou réviser leur identification envers la société et leur profession de comptable en plus de se créer une narrative sur les causes et conséquences du démantèlement de la société (entre autres chercher un ou une responsable). Gendron et Spira identifient quatre patrons de travail identitaires :

désillusion, rationalisation, sentiments de rancune et d'espoir. Les personnes employées au moment du démantèlement exprimaient plutôt des sentiments de rancune et la rationalisation tandis que les personnes ayant quitté la société auparavant réfèrent à la désillusion et aux sentiments d'espoir. Enfin, Grima et Beaujolin-Bellet (2014) relatent les manières dont des leaders syndicaux reconstruisent leur identité après avoir mené et perdu un combat contre la fermeture de leur entreprise. Ces personnes décrivent trois stratégies de travail identitaire qui sont la crispation, l'entre-deux et tourner la page et réfèrent respectivement à refuser la transition professionnelle, à adopter une dualité identitaire ainsi qu'à achever la transition identitaire. Ce travail identitaire est caractérisé comme très souffrant, conscient, intense, combatif et fait intervenir des stratégies variées et parfois contradictoires.

### **1.2.3. Le travail identitaire dans les transitions personnelles**

Comme le soulignent Alvesson et al. (2008), le travail identitaire peut être déclenché ou amplifié par des situations critiques ou des transitions radicales. Ici, je distingue le travail identitaire déclenché ou amplifié par des transitions personnelles (transitions de rôles ou fluctuations entre plusieurs facettes identitaires) ou par des changements organisationnels. À cet égard, notons la conception de travail identitaire liminal de Beech (2011) qui permet de décrire les transitions personnelles. Le travail identitaire liminal réfère à la construction et reconstruction d'une identité à travers le changement soit d'une identité vers l'autre (transition directionnelle) ou, de manière plus fluide, entre diverses identités (transition fluide). Une personne dans un état identitaire d'entre-deux et ambigu s'approprié l'une ou l'autre des pratiques d'expérimentation (construire et projeter une identité), de réflexion (considérer les points de vue des autres et interroger le soi) ainsi que de récoognition (réagir à une identité projetée sur soi).

Plusieurs études qui ont analysé le travail identitaire effectué lors de transitions directionnelles. Ibarra et Barbulescu (2010) proposent un modèle de travail identitaire narratif pour décrire les efforts sociaux engagés dans la production de narratives personnelles qui répondent aux objectifs identitaires personnels. Les autrices soulignent que ce modèle s'applique particulièrement aux transitions de rôles dans l'emploi où, pour une transition réussie, un récit cohérent et convaincant émerge des interactions et des révisions personnelles. Les éléments qui ne trouveront pas de narratives plausibles ou consistantes resteront incomplètes. Ce processus de construction de narrative personnelle concorde avec les observations de Lewis (2015) qui, à travers une étude longitudinale auprès d'une entrepreneure néo-zélandaise, révèle un processus de construction identitaire qui se stabilise dans le confort, la cohérence et la précision.

Burellier (2011) discute du travail identitaire dans la transition (directionnelle) de médecin à médecin-gestionnaire. Les responsables de pôles d'un centre hospitalier universitaire et leurs collègues révèlent trois aspects de cette transition : (1) la transition de rôle se fait à partir de « répliques, d'absorptions, et de déterminations d'activités », (2) certaines postures d'identification favorisent la transition (neutre, conflictuelle et forte), et (3) c'est dans l'alternance de tactiques de défense et d'évolution identitaires que les médecins-gestionnaires peuvent adopter des comportements qui leur étaient incompatibles lorsque s'identifiant comme médecin (Burellier, 2011, p. 283). Järventie-Thesleff et al. (2016) scrutent le travail identitaire de deux ethnographes qui passent du milieu entrepreneurial au milieu académique. Au cours de la transition, les ethnographes expérimentent trois rôles (conformiste, sceptique et critique) qui émergent des relations changeantes qu'elles entretiennent avec le milieu entrepreneurial et académique. Enfin, notons que Marlow et McAdam (2015) ainsi que LaPointe (2013) citées à la section 1.2.1 ciblent des individus en transition de carrière, cependant l'analyse met l'emphase sur le caractère genré de la transition plutôt que sur les changements identitaires.

Plusieurs recherches soulignent un travail identitaire de transitions entre diverses identités personnelles (transitions fluides). Khanna et Johnson analysent comment les personnes aux doubles identités raciales aux États-Unis « transmettent, dissimulent et/ou accentuent » des aspects de leur identité raciale et, selon le contexte, s'identifient à une identité biraciale ou monoraciale (2010, p. 381). Sametband (2015) ainsi que Moffitt et al. (2019) abordent le travail identitaire de personnes récemment installées au Canada. L'intégration se fait dans la négociation entre les cultures natives et d'accueil : ces personnes résistent aux pressions sociales, accentuent leurs différences culturelles ou reconnaissant leurs identités préférentielles. Sur les négociations entre identités professionnelles et personnelles, Wright et al. abordent le travail identitaire de gestionnaires en développement durable qui basculent entre des identités divergentes tels que « l'agent de changement écologique, le gestionnaire rationnel et l'activiste engagé » (2012, p. 1461). Ces gestionnaires tentent de se construire une narrative cohérente d'un soi héroïque qui combine leurs perceptions personnelles et leurs objectifs de carrière. Enfin, à partir d'entretiens avec des personnes à la fois artiste et universitaire, Lam (2019) mobilise le travail identitaire hybride (*hybrid identity work*) défini comme le processus de mélange et de chevauchement de deux identités distinctes qui se recombinent et forment un seul espace personnel. L'autrice propose trois profils d'hybrides selon le moment de l'accession des artistes à la carrière universitaire (début, milieu ou fin) et caractérisé par trois types de travail identitaire hybride (d'intégration, d'ambivalence et d'asymétrie)<sup>24</sup>.

---

24. Dans sa description, je porte à l'attention le profil janusien qui réfère au dieu romain Janus dont la tête porte deux visages. Ce profil décrit la transition en début de carrière où la personne tente de maintenir l'équilibre entre les deux sois professionnels. « I feel like I flip between the two » dira un maître de conférences à propos de ses identités professionnelles (Lam, 2019, p. 847).

#### 1.2.4. Le travail identitaire dans les universités

Je conclue cette revue de la littérature avec les études sur les milieux universitaires. Martin et al. (2018) présentent comment le personnel enseignant au sein des programmes de stages coopératifs (*degree apprenticeship*) remanie ses identités professionnelles associées à l'enseignement universitaire<sup>25</sup>. Boncori et Smith (2019) utilisent la méthode autoethnographique pour dévoiler le travail identitaire effectué par des professeurs et professeures d'université qui sont aussi aux études doctorales. Brown et Collins (2018) explorent le travail identitaire émotionnel effectué par les étudiants et étudiantes au doctorat à travers des mises en scène en LEGO®. Knights et Clarke (2013) étudient les insécurités dans la construction identitaire chez des professeurs et professeures d'université en gestion. Enfin, Brown et al. (2019) analysent les narrations à propos des identités perdues (identité de chercheur et chercheure, d'intégrité et d'équanimité) pour des doyens et doyennes d'écoles de gestion.

L'anglicisation des universités amène à se questionner sur le travail identitaire associé à la maîtrise linguistique. À cet effet, Winkler (2014) explore son travail identitaire lors de l'apprentissage de la langue locale de son département (ici, le danois). De la même manière, Tienari (2019) décrit sa propre transition d'une école de commerce de langue finlandaise à une école de commerce de langue suédoise située en Finlande. L'auteur, un homme blanc privilégié, s'exprime en anglais dans son lieu de travail, développe un sentiment de culpabilité à ne pas s'exprimer en suédois et adopte une identité d'outsider. Liant l'institution et l'individu, Boussebaa et Brown (2016) scrutent le travail identitaire de normalisation, de surveillance et de conformisme associé à l'anglicisation d'une université française. Enfin, en contexte québécois, Vieux-Fort (2019) a interrogé des francophones sur le marché de l'emploi quant à leur raisons (énoncées à posteriori) d'avoir choisi un cégep anglophone. Les personnes interrogées ont mentionné les raisons suivantes : (1) faire un choix stratégique qui sera rentable une fois sur le marché de l'emploi, (2) favoriser le développement personnel soit une réalisation personnelle « pour développer des connaissances linguistiques, nourrir un désir d'ouverture à d'autres cultures et relever un défi personnel », (3) faire le choix par défaut (2019, p. 246).

#### 1.2.5. Conclusion de la revue de littérature

Ainsi, comme le synthétisent Caza et al. (2018), le travail identitaire dans le milieu de travail consiste en les activités cognitives, discursives, physiques et comportementales entreprises par

---

25. Les certificats d'apprentissages sont des parcours qui combinent des études à temps partiel et un emploi de stagiaire dans ce même domaine et le tout mène à un diplôme de 1<sup>er</sup> ou 2<sup>eme</sup> cycle.

les individus dans le but de former, réparer, maintenir, renforcer, réviser ou rejeter des compréhensions de soi dans les limites de leur contexte social. Le travail identitaire est un processus en continu, des transitions de rôle, les tensions identitaires ainsi que les climats de travail exigeants peuvent déclencher un travail identitaire plus important et aussi le travail identitaire se produit à l'intersection de l'individu et son environnement (Caza et al., 2018). Comme l'a noté Brown (2015), selon le contexte, l'identité est plus ou moins choisie-assignée, stable-adaptative-fluide, cohérente-contradictoire, perçue positivement-négativement, authentique-apparente ce que j'ai tenté d'indiquer tout au long de cette revue de littérature. J'ai extrait quatre thèmes associés au travail identitaire (comme négociation avec l'image stéréotypée du milieu, comme relation entre les individus et leur environnement, dans les transitions personnelles et organisationnelles ainsi que dans les universités) et constatons que le travail identitaire est fluide et en continu, qu'est en lien avec le contexte et qu'il répond à des éléments déclencheurs.

Émergeant de la relation avec l'environnement de travail et ses images stéréotypées, les stratégies de travail identitaire peuvent suivre quatre degrés d'acceptation face au valeur préconisées par le milieu de travail : (1) se conformer et s'adapter, (2) reproduire et reformuler, (3) adhérer et adopter, (4) renforcer et accentuer. L'acceptation peut autant se faire pour des éléments positifs que des perceptions négatives ou encore un soi inadéquat. Il y a aussi plusieurs formes de rejet identitaire regroupées sous les actions de se crispier, résister (ou maintenir), rejeter et dénoncer. Plusieurs stratégies s'insèrent entre l'acceptation et le rejet et comportent divers caractéristiques. Premièrement, elles peuvent permettre à un individu d'atteindre la cohérence ou la fragmentation identitaire comme : séparer les identités, forger une identité hybride ou reconnaître l'identité préférentielle. Deuxièmement, sans être une acceptation ou un rejet, l'individu peut travailler sur sa relation avec l'environnement soit en limitant l'apparence d'un aspect identitaire ou mieux encore, en évitant les environnements difficiles. Troisièmement, comme le soulignait Winkler (2018), le travail identitaire est souvent empreint d'émotions comme le doute, la souffrance ou le sens de la dignité.

### 1.3. Problématisation et questions de recherche

Les données démographiques des STIM démontrent une sous-représentation des femmes<sup>26</sup>. La proportion de femmes en STIM est comptabilisée depuis plusieurs décennies et bien que cette proportion se soit accrue de 1960 à 2000, elle stagne depuis vingt ans peu importe la discipline (biologie, chimie, etc.). En physique, cette proportion s'établit à 20-25 % dans les trois cycles d'étude universitaire au Canada et aux États-Unis. Quand on creuse un peu, on

---

26. La biologie fait figure d'exception où il y a 60 % d'étudiantes au baccalauréat, cependant il y a une décroissance marquée et, au doctorat, cette proportion est de 40 %.



constate que ce ne sont pas uniquement les femmes, mais aussi d'autres groupes historiquement marginalisés qui sont sous-représentés. Selon les données américaines de l'APS et de l'IPEDS<sup>27</sup>, les personnes noires, hispaniques et autochtones sont largement sous-représentées en physique. Au Canada, si les données démographiques concernant les « minorités visibles » sont consignées, elles sont peu ou pas diffusées<sup>28</sup>.

La sous-représentation peut aussi être déduite à partir d'études quantitatives ou qualitatives relatant des expériences individuelles (Henry et al., 2017). En particulier, les études qualitatives permettent de tenir compte de la diversité de parcours, dont les parcours « atypiques » noyés dans les statistiques. Elles peuvent relater des obstacles spécifiques ou négligés comme plusieurs situations discriminantes vécues par les personnes trans (Atherton et al., 2016; Chamberland et Puig, 2016). Aussi, les études qualitatives permettent d'accéder aux thèmes qui marquent le climat organisationnel et de relever son caractère inclusif. Ainsi, même si les études quantitatives permettent de faire des recoupements et des corrélations, c'est à travers les études qualitatives qu'on peut le mieux tenir compte des perspectives personnelles qui ne peuvent pas seulement se segmenter dans trois ou quatre cases ou groupe cibles.

Ces sous-représentations comportent plusieurs causes et conséquences. Premièrement, la communauté scientifique et la société véhiculent des images stéréotypées des scientifiques synthétisées comme un vieil homme blanc en sarrau. Plusieurs études ont observé que ces images stéréotypées étaient internalisées dès l'enfance : en général, plus l'enfant a une perception stéréotypée des sciences, moins grand est son intérêt pour celles-ci. Deuxièmement, la dominance masculine tend à produire une culture organisationnelle (départementale par exemple) dont les valeurs résultent d'une homogénéité de perspectives considérant que les membres partagent un vécu semblable. C'est notamment en favorisant des gens comme soi qu'une communauté homogène génère des obstacles structurels comme une reconnaissance scientifique diminuée ainsi que des processus d'embauche et d'avancement de carrière défavorables pour les personnes considérées consciemment ou inconsciemment comme différentes. Plusieurs scientifiques de renom s'identifiant à l'un ou plusieurs groupes historiquement marginalisés ont témoigné des effets de ces deux facteurs sur les choix dans le cheminement de carrière, les perceptions de soi ainsi que les interprétations du vécu. Enfin, les recherches en études féministes ont démontré que les groupes aux perspectives diversifiées peuvent apporter des solutions plus complètes aux problèmes qui leur sont proposés. La sous-représentation des groupes historiquement marginalisés aurait ainsi des conséquences épistémologiques sur la robustesse des connaissances produites.

---

27. Acronyme pour l'*Integrated Postsecondary Education Data System*. Voir : <https://nces.ed.gov/ipeds/>

28. Pour consigner des statistiques sur des aspects invisibles telle l'orientation sexuelle ou la religion, il faut produire des études de type sondage ou encore instaurer des formulaires d'auto-identification qui commencent (en 2020) à être mis en place dans les universités québécoises.

Face à ces constats, plusieurs personnes et associations en STIM se mobilisent afin d'accroître la diversité et le caractère inclusif de leurs communautés. Alors que la sous-représentation s'attarde sur le nombre d'individus dans une catégorie ou une autre, parler en termes de diversité et d'inclusion permet de s'éloigner du cloisonnement des individus. Cet angle met l'emphase sur les possibilités d'action, sur des valeurs positives comme la justice sociale (tout le monde devrait pouvoir contribuer à la construction des savoirs scientifiques) et sur le caractère social et interactionnel des situations. Pour définir des pistes de solution, on s'inspire des recherches produites en sciences de l'éducation et en études féministes notamment. Ces recherches pointent vers une multitude d'aspects, de causes et de conséquences au manque de diversité et d'inclusion dans la communauté scientifique. Tout comme une pelote de fils entremêlés, j'estime qu'il est ardu de séparer un aspect, une cause ou une conséquence du problème de manque de diversité et d'inclusion dans la communauté scientifique et qu'il faut plutôt tenter d'aborder ce problème dans son ensemble en examinant les individus et leurs interactions sociales.

Les aspects, causes et conséquences associées au manque de diversité et d'inclusion dans la communauté scientifique se manifestent dans la communication et dans le vécu des individus. En plus d'avoir un impact sur le vécu, prendre conscience de ces aspects, causes et conséquences agit sur la construction identitaire et l'appartenance au milieu. Autrement dit, lorsque j'ai pris conscience de ces études et rapports (pour la première fois ou selon de nouvelles perspectives), en tant que femme en physique, je compare spontanément les constats avec mon propre vécu et il m'est devenu évident que je devais agir. Dans une quête de sens et de justice, j'ai cofondé et siégé sur le comité Diversité Physique afin de promouvoir dans mon organisation, le Département de physique, la diversité et l'inclusion.

À travers ce parcours militant, je suis dans l'action, tout comme les ethnographes « chez soi » (*at-home*). Pour transformer cette implication en processus de recherche, j'ai entrepris d'étudier mon organisation avec un recul et une possibilité de créer des ruptures qui, dans mon cas, s'opèrent dans un positionnement en science sociales. Ainsi, à travers un doctorat bidisciplinaire en physique et en communication, je cherche à rallier la recherche et l'action.

Le concept de travail identitaire permet d'analyser l'interpénétration des facteurs personnels, institutionnels et communicationnels qui freinent la diversité et l'inclusion dans mon Département et, éventuellement, de réfléchir sur les enjeux systémiques qui dépassent les frontières de l'organisation. Comme présenté dans le chapitre suivant, le *travail identitaire comme négociation avec l'image stéréotypée du milieu* offre des outils pour interpréter l'internalisation des images stéréotypées des scientifiques véhiculées dans la communauté scientifique et la société. Le *travail identitaire comme relation entre les individus et leur environnement* peut permettre d'examiner les perceptions associées à la culture organisationnelle et aux obstacles

structurels. Enfin, le *travail identitaire dans les transitions personnelles* permet de décrire les perceptions de soi ainsi que les interprétations du vécu. En somme, mon objectif est d'explorer les différents aspects, causes et conséquences qui favorisent une communauté diversifiée et inclusive dans le contexte précis d'un Département de physique, à travers la lentille du travail identitaire. Ainsi, je propose la question de recherche suivante :

En quoi les interactions sociales façonnent le travail identitaire et l'appartenance au milieu au regard des enjeux de diversité et d'inclusion dans un Département universitaire de physique ?

Ainsi que les trois sous-questions de recherches suivantes :

- (1) Comment les images stéréotypées des scientifiques véhiculées par la culture organisationnelle d'un Département de physique sont-elles internalisées ou négociées ?
- (2) Comment se manifeste le travail identitaire dans les pratiques de recherche et la communication quotidienne dans un projet de physique ?
- (3) En quoi les actions d'un comité de promotion de la diversité occasionnent du travail identitaire associé aux enjeux de diversité et d'inclusion au sein d'un Département de physique ?



# Chapitre 2

---

## Cadre conceptuel

Dans ce chapitre, je développe une approche communicationnelle au travail identitaire inspirée des travaux de Beech (2008), Alvesson et al. (2008) et Caza et al. (2018). Comme présenté dans la revue de la littérature, **travail identitaire** décrit une activité mentale continue entreprise par un individu pour construire une compréhension de soi qui est cohérente, distincte et positive. Provoqué par les interactions sociales, le travail identitaire soulève les questions de « qui suis-je ? » et « qui sommes-nous ? » (Alvesson et al., 2008). Il s’ancre dans les identités sociales et permet de s’identifier, se désidentifier, se projeter dans l’avenir ou se rattacher au passé (Pezé, 2012). Le travail identitaire appréhende les manières dont les représentations (cognitives, discursives, physiques et comportementales) s’imprègnent de sens et prennent part à la (re)construction de l’identité (Beech, 2008; Caza et al., 2018). Enfin, le travail identitaire consiste à gérer la continuité à l’intérieur d’un cadre – produit par des vérités socialement établies à propos de ce qui est normal, raisonnable et sain – discursif et changeant (Alvesson et Willmott, 2002).

L’étude du travail identitaire dans une organisation implique l’examen de processus et d’influences spécifiques aux relations avec les aspects organisationnels impliqués dans la construction identitaire individuelle. Ces processus prennent souvent la forme de verbes comme les actions de « former, réparer, maintenir, renforcer ou réviser » les constructions de la compréhension de soi (Sveningsson et Alvesson, 2003, p. 1165). Brown répertorie les processus dits génériques suivants du travail de l’identité dans les organisations : « revendication, affirmation, acceptation, conformisme, résistance, séparation, liminal, stabilisation, recherche de sens (*sensemaking*), réconciliation et restructuration » (2015, p. 24).

Dans ce qui suit, j’utiliserai des marqueurs interrogatifs (qui, quels éléments, où et comment) pour pointer les diverses composantes intervenant dans le travail identitaire. Ensuite, je verrai comment observer concrètement les manifestations du travail identitaire. Les processus

externes de travail identitaire s’observent en particulier dans les manifestations de la culture organisationnelles tandis que les processus internes relèvent des trames narratives personnelles.

## 2.1. Marqueurs interrogatifs comme pistes de recherche sur le travail identitaire en organisation

### 2.1.1. Qui construit l’identité ou influence sa construction ?

Je positionne l’individu au centre de cette approche communicationnelle au travail identitaire : les individus construisent l’identité ou influencent sa construction dans l’interaction. Caza et al. (2018) rapportent que les individus peuvent intervenir sur trois types d’identités – les identités collectives, les identités de rôles et les identités personnelles – et, dans cette recherche, je considère en particulier les identités personnelles<sup>1</sup>. Ainsi, je m’inscris dans ce que Caza et al. (2018) identifient comme la **théorie narrative** qui explore les histoires du soi intériorisées qu’une personne retravaille continuellement tout au long de sa vie et qui explique son cheminement jusqu’au présent ainsi que son devenir (ses identités personnelles). La construction de la trame narrative s’appuie sur les normes culturelles dominantes dont les images, métaphores et thèmes présents dans les trames narratives des autres membres de l’organisation et interagissant aux moyens des contacts sociaux. Autant pour soi que pour les autres, c’est à travers des reconstructions du passé et des scénarios du futur imaginé que l’identité narrative génère un sentiment de continuité et de sens à la vie pour les individus (McAdams, 2011). Je conçois alors le travail identitaire comme un acte de narration dans lequel on intègre nos expériences de soi et on génère une compréhension de soi, le tout motivé par un besoin de cohérence et de vraisemblance (Caza et al., 2018).

---

1. Selon Caza et al. (2018), les recherches portant sur les identités collectives s’ancrent habituellement dans la **théorie de l’identité sociale** (*social identity theory, SIT*) ou la **théorie critique**. Selon la théorie de l’identité sociale, l’identité sociale correspond aux savoirs partagés avec les membres d’un groupe de même que la valeur et signification émotionnelle de cette appartenance au groupe (Tajfel, 1974; Spears, 2011) et vise à comprendre comment les gens adoptent certaines identités sociales ou collectives (plutôt qu’individuelles) et se comportent selon celles-ci. La théorie critique s’interroge sur les contextes de pouvoirs, de normalisation et de surveillance (Brown et Lewis, 2011). Les études qui s’y attachent peuvent prendre comme objets de recherche le contrôle organisationnel (Alvesson et Willmott, 2002) ou plus précisément la coopération des travailleurs et travailleuses selon un système d’autodiscipline. Selon cette perspective, le travail identitaire implique une relation avec les discours dominants, souvent dans la contestation. Enfin, Caza et al. (2018) intègrent les recherches sur les identités de rôles dans la **théorie identitaire** (*identity theory*). Dans cette théorie, les identités et le comportement sont à la fois facilités et contraints par la place des individus dans les structures sociales qui organisent la société (Stryker et Serpe, 1982; Serpe et Stryker, 2011). En conséquence, il faut tenir compte du lieu structurel des individus dans la description de leurs comportements. Ainsi, le travail identitaire s’exprime dans la définition de soi à travers un nouveau rôle ou dans le changement de la perception du rôle.

Alvesson et al. (2008) identifient les forces extra-individuelles comme agents qui construisent l'identité et qui incluent les groupes d'élite d'une organisation (par exemple les cadres supérieurs), les discours organisationnels et les patrons culturels<sup>2</sup>. J'aborde les forces extra-individuelles à partir des notions de cultures organisationnelles dont je présente trois définitions ci-bas.

- (1) La culture est l'ensemble de compréhensions qui sont souvent non communiquées verbalement que des membres d'une communauté partagent. (Sathe, 1985, p.6).
- (2) La culture est un ensemble de compréhensions/interprétations ou significations partagées par un groupe de gens. Pour un groupe en particulier, ces significations sont importantes, distinctives et en grande partie tacites. (Louis, 1985, p.74).
- (10) La culture est un système lâchement structuré et partiellement partagé qui émerge dynamiquement alors que les membres d'une culture font l'expérience des autres, des événements ainsi que des caractéristiques contextuelles de l'organisation. (Réviseur anonyme, 1987). (Martin, 2001, p. 57-58)

Alors qu'elles divergent sur certains aspects, toutes ces définitions sont valides et dépendent de la façon dont on aborde la ou les cultures organisationnelles. La culture organisationnelle peut être vue de manière consensuelle telle qu'avancée par Sathe. Dans le modèle de cultures organisationnelles en trois perspectives de Martin (2001), on parle alors de perspective d'intégration. D'autres visions présentent une image non unifiée de la culture organisationnelle telle qu'observée dans les considérations de Louis et s'inscrivent dans la perspective de la différenciation qui s'intéresse aussi aux sous-cultures aux différences systématiques et claires. Des sous-cultures sont préoccupées par leur place et leur pouvoir relatif même si au sein de celle-ci se trouve cohérence et uniformité. Le fractionnement de type fragmentation a lieu lorsque l'ambiguïté est dominante. Les sous-cultures apparaissent brièvement avant de disparaître et de réapparaître sous d'autres formes (voir aussi section 2.2.1).

Pour résumer le « qui » du travail identitaire, je propose que l'agentivité liée au travail identitaire est effectuée par l'individu dans ses processus de construction de trames narratives, ou encore, influencée par des forces extra-individuelles qui se manifestent notamment à travers la ou les cultures organisationnelles.

---

2. En regardant le champ lexical utilisé par Van Maanen (1988) au sujet du terme culture – vague, évasif, multivocal, ambigu, caméléon, difficile à cerner – définir la notion de culture s'avère ardue et, par conséquent, j'ai choisi de proposer une définition mathématique (voir encadré 2.1.2). Sans surprises, les difficultés à définir le terme culture sont aussi présentes pour le concept de culture organisationnelle (au singulier ou au pluriel ?).

## 2.1.2. Formulation mathématique de la culture



**FIGURE 1.** Katie Bouman, responsable d'un algorithme d'imagerie de trou noir, enthousiaste d'avoir contribué à produire la première image d'un trou noir à partir de l'analyse de données captées par l'Event Horizon Telescope et présenté dans D'Ignazio et Klein (2020).

Culture is akin to a black hole that allows no light to escape. The observer knows of culture's presence not by looking, but only by conjecture, inference, and a great deal of faith (Wagner, 1981 ; Sperber, 1974). [...] [Culture] is necessarily a loose slippery concept, since it is anything but unchanging. (Van Maanen, 1988, p. 3)

“Culture” is certainly one of the more contentious and complex words in our lexicon. Like the term “force” to a physicist or “life” to a biologist, or even “God” to a theologian, “culture” to the ethnographer is multivocal, highly ambiguous, shape-shifting, and difficult if not impossible to pin down. (Van Maanen, 1988, p. 154)

À titre d'anecdote, des physiciens et physiciennes ont réussi le tour de force de photographier un trou noir (dont Katie Bouman grandement médiatisée lors de la découverte), ce qui n'est toujours pas le cas pour l'objet intitulé « culture ». Geertz affirme que connaître la culture est comme « empoigner un proverbe, attraper une illusion ou apercevoir une blague » (1974, 45). En tentant de bâtir une définition du terme culture et en me répétant que la culture est tout sauf immuable dans le temps, j'ai conclu que la culture pouvait être représentée par une fonction mathématique<sup>a</sup>.



Soit  $f(x, y, z, t)$ , une fonction qui pour chaque terrain  $(x, y, z)$  et chaque temps  $(t)$  y est associé un élément de l'ensemble des cultures. Cela se rapporte à la définition des études culturelles de la science de Pickering selon lequel : « the body of work that I call cultural studies of science [...] is about what scientific culture is at some given place and time » (1995, p. 218). À mon avis, l'ensemble des cultures peut être regroupé en sous-ensembles qui partagent des caractéristiques communes. La fonction  $f^n(x, y, z, t)$  associe à un temps et un terrain – dont le lieu  $(x, y, z)$  et le temps  $(t)$  peuvent varier – un élément du  $n$ ème sous-ensemble. Autrement dit, la fonction  $f^n(x, y, z, t)$  est la culture, mais n'est pas observable en soi. Il faut l'interpréter à partir d'observations sur le terrain.

L'ensemble des données recueillies par l'observation sur le terrain,  $S_{Fieldwork}$ , est

$$S_{Fieldwork} = \sum_{i=n}^N \int_{t'}^{t'+\Delta t'} f^n(x, y, z, t) dt \quad (1)$$

où  $\Delta t'$  est la durée de l'observation (quelques heures à quelques années) et  $N$  est le nombre de sous-ensembles culturels<sup>b</sup>. Enfin, afin de donner une forme écrite qui peut s'insérer dans les savoirs, il faut choisir un type de produit. Prenons l'exemple de l'ethnographie qui est une représentation écrite des éléments de  $S_{Fieldwork}$  et qui peut s'exprimer par l'opérateur<sup>c</sup> mathématique  $\hat{R}$ .

$$Ethnographie = \hat{R}S_{Fieldwork} \quad (2)$$

Notons qu'il aurait été possible d'appliquer un autre type d'opérateur  $\hat{V}$  comme les récits de vie donnant lieu à d'autres types de rendu. La définition de culture présentée sous la forme d'une fonction mathématique explicite ses relations avec les observations et les procédés d'écriture (à travers les équations mathématiques (1) et (2)) et implique qu'elle soit désunifiée, multiple et hétérogène (Pickering, 1995).

<sup>a</sup>. Une fonction est une relation qui, pour chaque élément d'un ensemble de départ, y associe au plus un élément dans un ensemble d'arrivée.

<sup>b</sup>. Afin de faciliter la démarche, il a été supposé que les éléments culturels mesurés étaient sous la forme d'une fonction, c'est-à-dire que les éléments sont mesurés de manière continue dans le temps sans interruption.

<sup>c</sup>. Selon David Griffiths (2004), un « opérateur » est une instruction à effectuer quelque chose (*to do something*) sur la fonction qui suit celui-ci.

### 2.1.3. Quand est-ce que les constructions de l'identité ont lieu ?

Pour répondre la question du « quand », j'ai noté deux approches. D'une part, le travail identitaire peut être considéré comme un processus en continu de (re)production et de maintien de l'identité. D'autre part, les constructions de l'identité peuvent survenir en réponse à des événements majeurs comme les périodes de transformation d'une organisation ou de changement de travail ou à des incidents à petite échelle fréquents comme les situations de harcèlement (Lutgen-Sandvik, 2008)<sup>3</sup>. Dans cette recherche, j'aborde l'identité comme en constante évolution, tout en notant que certains événements peuvent déclencher de profondes révisions identitaires.

Comme processus en continu qui répond à des mécanismes de contrainte ou de permission par rapport aux obligations sociales et aux aspects interpersonnels, McInnes et Corlett (2012) développent cinq types de travail identitaire : performatif, de contrôle, réconciliatoire, de négociation et confirmatoire. Causé par des pressions personnelles, sociales et institutionnelles, le travail identitaire **performatif**<sup>4</sup> survient lorsque les individus se sentent sous l'obligation de répondre aux attentes des autres. S'il y a un peu de latitude, les individus peuvent négocier leur relation avec les soi et les autres selon un travail identitaire **de contrôle**. Le travail identitaire **réconciliatoire** survient lorsque le soi et les autres ont un pouvoir d'action sur l'identité : les individus visent à construire des identités de manière complémentaire aux autres. Le travail identitaire **de négociation** est caractérisé par un contexte où les relations entre intervenants sont ouvertes et les obligations sociales tolèrent des changements dans l'identité. Enfin, le travail identitaire **confirmatoire** est présent dans des contextes sociaux où les obligations sont faibles et où une grande latitude est accordée sur les relations entre le soi et les autres.

En réponse à des événements majeurs ou des incidents fréquents, Pezé (2012) recense trois types de travail identitaire soit le travail identitaire liminal, confirmatoire ou de maintien ainsi que de réparation. Le travail identitaire **liminal** décrit les transitions identitaires personnelles directionnelles (d'une identité vers l'autre) à la suite d'un événement majeur comme un changement d'emploi. Le travail identitaire liminal décrit aussi les transitions fluides (en aller-retour ou en superpositions identitaires) qui peuvent survenir en réponse à divers

---

3. Il y aurait une troisième approche qui consiste à ne pas tenir compte de la temporalité associée à la construction de l'identité. Alvesson et al. (2008) relatent que plusieurs études, notamment ancrées dans la théorie de l'identité sociale, rejettent l'idée que les transformations identitaires surviennent à des moments particuliers et soutiennent plutôt que l'identité, désignée comme le degré d'association avec une communauté organisationnelle, est relativement stable particulièrement pour la durée de leurs terrains de recherche.

4. Alors que le terme performatif réfère dans cette thèse à une performance volontaire, McInnes et Corlett (2012) utilisent ce terme dans le sens d'obligation ou de contrainte.

contextes quotidiens. Beech (2011) souligne que le travail identitaire de transition est caractérisé par d'un état d'entre-deux teinté par ambiguïté à travers lequel l'identité est reconstruite ou remodelée et qu'il se fait selon trois pratiques : l'expérimentation (constructions et projections d'identités), la réflexion (perceptions des autres et questionnement du soi), et la reconnaissance (réaction à une identité projetée par les autres). Ensuite, le travail identitaire **confirmatoire** aborde l'identité résultante en réponse à un événement majeur ou pour des incidents fréquents plutôt qu'aux processus de reconstruction ou remodelage identitaire. Dans leur modèle narratif, Ibarra et Barbulescu (2010) décrivent comment une nouvelle identité de rôle est adoptée ou non. S'il y a un changement dans l'expression de la nouvelle identité de rôle, Ibarra et Barbulescu (2010) stipulent que le nouveau rôle a été internalisé et accepté, tandis que s'il n'y a pas de changements dans l'expression de l'identité de rôle, la nouvelle identité a été rejetée ou est perçue comme temporaire. Dans les deux cas, l'individu ressent cohérence et continuité. Enfin, le travail identitaire de **réparation** survient lorsque le soi est trop fragmenté en réponse à des événements majeurs (fermetures d'entreprises) ou des incidents fréquents (cas d'intimidation). Ici, l'individu ne parvient plus à conserver une identité cohérente et passe par la recherche de sens, la réconciliation, la réparation, le deuil ainsi que la restructuration (Lutgen-Sandvik, 2008).

#### 2.1.4. Quels sont les éléments à partir desquels se forment les identités ?

J'ai constaté dans la littérature qu'il y avait de multiples éléments à partir desquels se forment les identités. Par exemple, Alvesson et al. (2008) parlent d'ingrédients comme les pratiques incorporées, les dispositions matérielles et arrangements institutionnels, la formation discursive, les performances narratives, les relations de groupes et sociales au travail, ou encore, les anti-identités.

J'adopterai ici la partie du modèle dialogique de Beech (2008) qui propose que les éléments ou stimuli au travail identitaire proviennent de sources externes ou internes. Pour tenir compte de ces sources externes et internes, Beech (2008) emprunte respectivement aux perspectives Bakhtinienne et Wittgensteinienne. D'une part, la perspective Bakhtinienne met l'emphase sur les processus internes comme la subjectivité et les perceptions. Les mots, les phrases, les textes et les discours agissent comme stimuli que les individus perçoivent initialement comme des mots étrangers. Avec le temps et l'usage, la perception se transforme et les individus étiquettent ces stimuli comme neutres, acceptés, puis ultimement adoptés. Ainsi, les paroles (*utterances*) sont toujours en relation avec d'autres paroles en forgeant des réponses qui elles-mêmes sont une réponse d'une parole précédente. D'autre part, la perspective Wittgensteinienne fait ressortir les processus externes comme le contexte social : la stimulation provient de communications contextuelles et génère une réponse.

Dans cette approche au travail identitaire, la construction de l'identité repose sur la communication et combine le processus d'écrire sa propre histoire soi-même ou par les autres et le processus qui vise à s'inscrire dans les histoires des autres. Il tient aussi compte des processus par lesquels les images et représentations (physiques, symboliques, verbales, textuelles et comportementales) deviennent porteuses de sens et s'intègrent à l'identité. L'identité est à la fois un produit de la communication et une source de communication et ces communications s'inscrivent dans une chronologie teintée par les empreintes des interactions passées et de celles à venir.

## 2.2. Les manifestations de travail identitaires en organisations

Ayant développé les « qui, quels éléments et quand » du travail identitaire, je peaufine maintenant cette approche communicationnelle au travail identitaire en décrivant les manifestations de travail identitaire dans les organisations. Alvesson et al. (2008) souligne que l'identité peut être logée dans les individus, la pratique située ou la culture de l'organisation, qui réfèrent méthodologiquement à l'entrevue, la lecture et l'observation<sup>5</sup>. Parallèlement, Caza et al. (2018) argumentent qu'il y a peu de développement sur ce que constituent les activités mentales associées au travail identitaire et regroupent les activités selon quatre modes qui illustrent où les activités mentales prennent place : dans les pensées (cognitif), dans les paroles (discursif), dans les symboles (physique) ainsi que dans les actions (comportemental). Tout comme pour les éléments intervenant dans la construction et le maintien identitaire (section 2.1.4), j'orienterai cette approche autour des types externes et internes stimulant le travail identitaire des individus.

### 2.2.1. Le travail identitaire externe

Plusieurs des activités mentales associées au travail identitaire cité par Caza et al. (2018) ont des manifestations externes. Alors que le travail identitaire **discursif** se manifeste dans le langage comme les trames narratives, histoires, dialogues et conversations, on peut observer le ton de voix, le choix de mots, l'humour, le jargon et les expressions. Le travail identitaire

---

5. Pour faire un lien avec certains choix méthodologiques et les manifestations de travail identitaire, Alvesson et al. (2008) stipulent que l'entretien de recherche est une méthode qui présuppose que l'identité est une propriété logée dans les individus. Cependant, il n'y a pas que les individus qui sont des lieux d'élaboration identitaire. L'identité peut aussi se loger dans des pratiques comme les discussions organisationnelles formelles (comme les réunions ou encore l'entretien de recherche), les conversations informelles ou encore les pratiques s'insérant dans le travail quotidien. Pour scruter ces sites, Alvesson et al. (2008) recommande l'observation participante. Enfin, l'identité peut être située dans la culture de l'organisation, c'est-à-dire que l'identité et ses mécanismes de production et de maintien se manifestent dans toute production organisationnelle. Cela peut être dans les représentations textuelles, dans les discours ou encore les dispositions physiques.

**physique** se manifeste lorsque les individus travaillent sur le soi à travers leur propre corps, des objets de leur environnement physique comme les décors et habillements dans le but de s'aligner avec un soi souhaité. Enfin, le travail identitaire **comportemental** consiste aux actions dans lesquelles les individus construisent, révisent et maintiennent leurs identités.

L'ensemble de ces éléments se retrouvent dans le modèle en trois perspectives de la culture organisationnelle de Joanne Martin (2001). Ce modèle tient compte des diverses définitions coexistantes du terme culture organisationnelle (section 2.1.1). Selon la définition adoptée, l'emphase sera mise sur les éléments consensuels, distinctifs ou ambigus. La perspective d'**intégration** vise à caractériser une culture organisationnelle selon ses éléments consensuels. Lorsque les membres d'une organisation partagent les mêmes valeurs et présomptions, ils encouragent un sentiment de loyauté et d'engagement. Ainsi, les divergences qui surviennent sporadiquement sont considérées des lacunes regrettables pour lesquelles il faut trouver des remèdes, c'est-à-dire les intégrer dans un élément consensuel sous-jacent. Dans la situation où il y a une apparition permanente d'ambiguïtés, d'inconsistances ou de divergences sous-culturelles, c'est qu'il y a une érosion de la culture organisationnelle (Schein, 1991). Des critiques d'une perspective intégrationniste de la culture organisationnelle font valoir que les membres d'une organisation sont un groupe diversifié qui ne partage pas nécessairement les mêmes suppositions et valeurs.

La perspective de **différentiation** expose l'organisation comme une mosaïque de divergences Frost et al. (1991). Elle admet la contradiction, l'absence de consensus à l'échelle de l'organisation et envoie l'ambiguïté en périphérie des sous-cultures. Les valeurs et suppositions sont partagées, mais seulement partiellement. Les différences de perspective sont vues comme inévitables et désirables. En fait, les sous-cultures peuvent exister en harmonie, en conflits ou indifférence par rapport aux autres. À l'intérieur d'une sous-culture, les membres affichent une position consensuelle. Martin et Siehl (1990) souligne aussi que dans cette perspective chaque individu est dans une relation de domination, soit en pouvoir ou de manière subordonnée. Toutefois, cet individu peut appartenir à plus d'une sous-culture et se sentir tiraillé si les valeurs et pratiques entre les sous-cultures sont en conflits.

Plutôt que de rechercher un consensus dans l'organisation ou dans ses sous-cultures, la perspective de la **fragmentation** ouvre sur une multiplicité d'interprétations notamment dans les perceptions individuelles. Alors que la vie contemporaine intra et extra organisationnelle se déroule dans un monde inévitablement ambigu, une meilleure description de la complexité de la vie contemporaine se trouve vraisemblablement dans les zones de gris plutôt que dans des catégories sous-culturelles (hommes-femmes, blancs-noirs, gestionnaires-employé·e·s). En

particulier, ce qui est significatif peut se trouver dans le non-dit<sup>6</sup>. En somme, cette perspective vise à présenter une image plus diversifiée de l'organisation, axée sur les points de vue des individus dans leur complexité, mais aussi des personnes invisibles ou absentes des discours organisationnels.

Comme modèle d'analyse applicable simultanément aux trois perspectives, Martin (1992; 2001) propose un cadre matriciel composé des formes culturelles (histoires, rituels, jargon et dispositions physiques), des pratiques formelles et informelles ainsi que des thèmes de contenu (voir tableau 1). Le ou la chercheur construit, à partir de ses observations, la matrice d'analyse de la manière suivante. Les manifestations culturelles et les pratiques sont insérées dans leurs colonnes respectives du tableau puis regroupées par thèmes de contenu générant ainsi une base pour l'analyse : « Such a matrix clearly exposes what a given researcher has actually studied when he or she claimed to be studying culture » (Martin, 2001, p. 127). Ces matrices sont polyvalentes au sens où elles peuvent représenter des analyses au niveau des individus, des groupes ou de l'organisation et ainsi refléter le travail identitaire associé aux identités collectives, de rôle ou individuelles. En superposant plusieurs matrices effectuées à des moments différents, on obtient une analyse longitudinale. Enfin, pour faire une analyse simultanée des perspectives d'intégration, de différenciation et de fragmentation, Martin (2001) propose de faire trois matrices (une par perspective). À la manière d'une cartographie, les matrices dévoilent les frontières entre les zones de consensus, cohérences et ambiguïtés des cultures organisationnelles scrutées. Dans cette étude, j'ai adapté le tableau de Martin en renommant les « formes culturelles » en « manifestations culturelles » et les « thèmes de contenu » en « valeurs et suppositions » (voir tableaux 1 et 2).

Les **manifestations culturelles** sont des observations tangibles de la culture organisationnelle qui fournissent des indices sur les pensées, croyances et actions des individus. Elles englobent les histoires et discours, les rituels, le jargon, l'humour et les dispositions matérielles. Les **histoires et discours** sont des récits connus par une grande portion des membres d'une culture. Ils mettent l'accent sur une séquence d'événements qui est apparemment vraie et dont les personnages sont des membres de la culture. Ces histoires sont révélatrices de la culture du milieu notamment en scrutant les omissions. Le **jargon** est un langage que seuls les gens du milieu peuvent comprendre. Deux types de jargons existent – le jargon technique et le jargon émotionnel – bien que dans certaines situations ils ne peuvent être distingués. Intégré dans le jargon se trouve aussi l'humour. L'**humour** peut servir d'exutoires aux situations embarrassantes ou encore, permettre aux gens d'exprimer des propos qu'ils et elles n'auraient pas formulés autrement. Les histoires et discours, le jargon et l'humour sont

---

6. Dans un récit, Martin 1991 décrit son cheminement personnel en relation avec les diverses perspectives. En adoptant une posture de fragmentation, certains silences se sont révélés être des non-dits empreints de sexisme (Martin, 1990).

**Tableau 1.** Formalisme matriciel de Martin (1992; 2001).

Thèmes de contenu		Pratiques		Formes culturelles			
Externe	Interne	Formelles	Informelles	Histoires	Rituels	Jargon	Dispositions physique

**Tableau 2.** Version adaptée pour cette thèse du tableau 1.

Valeurs et suppositions	Pratiques		Manifestations culturelles			
	Formelles	Informelles	Histoires et discours	Rituels	Jargon	Dispositions physique

toutes des manifestations de travail identitaire discursif (Caza et al., 2018). Les **dispositions physiques** incluent les arrangements matériels tels l’architecture, les décors et les codes et accoutrements vestimentaires. Par leur visibilité, ils sont une forte composante de la culture organisationnelle et s’intègrent dans les manifestations physiques du travail identitaire (Caza et al., 2018). Les **rituels** sont un ensemble d’activités soigneusement planifiées et exécutées qui surviennent dans un contexte social. Comme une pièce de théâtre, il y a un auditoire, un début et une fin bien délimitée, des rôles définis pour les acteurs et dans certains cas, des costumes et accessoires. Les rituels ont lieu de manière répétée et ont plusieurs fonctions comme l’initiation, le renforcement, la dégradation, la reconduction, l’intégration, etc. Les **pratiques formelles** s’expriment en termes de structures organisationnelles, description de tâches, technologies, règles, procédures écrites et contrôle financier. Les pratiques formelles sont principalement sous la forme écrite. À l’opposé, les **pratiques informelles** évoluent dans les interactions et peuvent prendre la forme de normes tacites, patrons de communication et procédures d’opérations standard. Puisqu’elles n’ont habituellement pas de forme textuelle, elles peuvent entrer en contradiction avec les pratiques formelles. Souvent, les pratiques formelles traduisent les valeurs de l’ensemble de l’organisation tandis que les pratiques informelles reflètent les actions de ses membres. Tout comme les pratiques formelles et informelles, les rituels sont des manifestations de travail identitaire comportementales (Caza et al., 2018).

Les **valeurs et suppositions explicites** à l’organisation consistent aux valeurs officielles qui se retrouvent notamment affichées dans les communications publiques (publicités et sites

internet). Ces valeurs et suppositions (productivité, innovation, rentabilité ou écologie) visent habituellement à faire impression sur un public en périphérie et donner bonne réputation aux organisations. Les **valeurs et suppositions implicites** sont des présuppositions induites par des comportements. Celles-ci nécessitent pour le ou la chercheur un plus profond niveau de réflexion et d'interprétation des pratiques et formes culturelles. À titre d'exemple, Martin et Siehl (1990) soulignent la méritocratie, le travail d'équipe ou l'égalité. Regroupant plusieurs pratiques et manifestations culturelles, les valeurs et suppositions peuvent être des stimuli importants au travail identitaire, et ce, même si l'individu en relation avec ces valeurs et suppositions ne peut associer le déclencheur avec une manifestation en particulier.

### 2.2.2. Le travail identitaire interne

Certains mécanismes associés au travail identitaire interne peuvent être émotionnels et affectifs (Winkler, 2018) ou encore cognitif (Caza et al., 2018). En particulier, le travail identitaire **interne** consiste aux efforts mentaux pour subjectivement interpréter, comprendre et évaluer une identité. Il s'agit d'un travail identitaire axé sur la l'auto-réflexion, le questionnement de soi ainsi que les changements personnels. Le travail identitaire interne permet aussi d'aborder les identités multiples soit en construisant une compréhension de son réseau personnel identitaire, en développant du sens en relation avec son environnement, en abordant les tensions dans les paradoxes identitaires, et enfin, en créant des hiérarchies identitaires.

Pour décrire ces mécanismes internes, Beech (2008) propose trois aspects au travail identitaire, les stimuli, les réponses initiales et les aboutissements concernant la construction identitaire. Il y a quatre réponses possibles aux stimuli selon leur degré d'accord avec les constructions identitaires antérieures et présentes de l'individu. (1) L'acceptation ou l'assimilation survient quand il y a un accord complet avec les constructions identitaires précédentes. (2) S'il y a un accord général, il s'agit d'une absorption complémentaire, et la trame narrative peut être absorbée soit en retranchant les points de divergence ou considérer ces points comme des « différences acceptables » au sein de la narrative (Beech, 2008, p. 56). (3) Lorsque les points de divergence sont plus prononcés, on trouve une situation de rejet partiel qui place le stimulus dans une trame narrative adjacente et séparée. (4) Lorsque les stimuli sont en désaccord avec les constructions identitaires précédentes survient une réaction d'opposition. Cette réponse aux stimuli entraîne un dialogue interne qui peut avoir plusieurs aboutissements concernant la construction identitaire. Ainsi, une réaction d'acceptation et d'assimilation est susceptible d'entraîner un renforcement d'une ou plusieurs constructions identitaires. Une réaction d'opposition peut soit entraîner un rejet d'une construction identitaire ou encore renforcer une construction identitaire en opposition relative à « l'autre ». Les réactions intermédiaires (absorption complémentaire ou trame narrative parallèle) s'insèrent



entre le soutien et la critique identitaire, ce qui peut entraîner un dialogue en continu et avoir une variété d'aboutissements dont le peaufinage et la réflexivité.

Dans le milieu universitaire, les positionnements intellectuels dans lesquels les idées émergent forment l'identité du chercheur ou de la chercheuse. Ainsi, l'aspect cognitif du travail identitaire est particulièrement saillant. Ces positionnements peuvent être explicites ou implicites, s'inscrivent dans une culture disciplinaire et se développent par une immersion prolongée dans un milieu donné. Les relations aux positionnements intellectuels peuvent déclencher un travail identitaire interne par l'auto-questionnement ou encore la réflexivité<sup>7</sup>. Afin de mieux cibler les mécanismes de production de savoirs en physique, je fais appel au concept de cultures épistémiques qui permettent de décrire, pour un milieu scientifique donné, comment se créent les savoirs. Cette création de savoirs se fonde sur des stratégies collectives, dont des cultures épistémiques, tout en impliquant un travail identitaire individuel et cognitif de négociation avec ces cultures. Dans ce qui suit, je développe comment l'aspect interne du travail identitaire en recherche repose sur l'aspect ontologique (*quelle est la nature de la réalité étudiée ?*), l'aspect épistémologique (*quelle est la relation entre l'individu et son objet de recherche ?*) et l'aspect méthodologique (*comment arrive-t-on à des savoirs ?*)<sup>8</sup>.

Les **cultures épistémiques** sont des ensembles de pratiques, d'arrangements et de processus liés par nécessité, affinité et coïncidence historique qui, dans un champ d'expertise particulier, produisent ce que nous savons (*that make up how we know what we know*) (Knorr Cetina, 2008, p. 1). Les cultures épistémiques mettent l'emphase sur la construction des mécanismes de production du savoir dans son aspect processuel, c'est-à-dire sa pratique. J'interprète la culture épistémique comme une relation évolutive entre les experts d'une discipline qui est indissociable à la pratique de la science. Ainsi, la culture épistémique combine les facteurs épistémiques et sociaux dans l'étude de la production du savoir scientifique.

Alors que la méthode scientifique idéalisée présentée à dans l'encadré 2.1.2 semble indépendante du vécu du scientifique posant l'acte expérimental, l'usage de l'expression cultures épistémiques permet d'intégrer l'aspect social de la production de savoir scientifique. Dans l'extrait suivant, Hubbard présente un exemple de la manière dont est retirée l'essence humaine du travail scientifique pour y laisser une apparence de neutralité.

When I report a discovery, I do not write, "One sunny Monday after a restful weekend, I came into the laboratory, set up my experiment and shortly noticed that ..." No; proper style dictates, "It has been observed that..." This removes relevance of time and place, and implies that the observation did not originate in the head of a human observer, specifically my head, but out there in the

---

7. La réflexivité est une observation approfondie de sa propre démarche de recherche au regard des biais personnels, méthodologiques ou conceptuels

8. Je présenterai ces termes en plus de détails à l'encadré 3.0.1 et à l'annexe A.

world. By deleting the scientist-agent as well as her or his participation as an observer, people are left with the concept of science as a thing in itself, that truly reflects nature and that can be treated as though it were as real as, and indeed equivalent to, nature. (Hubbard, 1988, 11-12)

La créativité et son contexte social sont nécessaires tout au long du processus scientifique. N'étant pas linéaire et, surtout, ancrée dans un contexte, la méthode scientifique devrait pouvoir refléter les différents processus d'essai-erreur. En réexaminant mon parcours en physique, j'ai constaté qu'il y avait peu ou pas de discussions sur les manières de concevoir la réalité ou de se positionner en relation aux objets de recherche. Cette absence de discussion pointe vers l'idée que les cultures épistémiques en physique et en sciences sociales comportent des différences notables.

Les cultures épistémiques s'articulent autour de structures et de mécanismes qui créent et valident les savoirs comme les stratégies épistémiques. Les **stratégies épistémiques** consistent en l'organisation d'actions visant la production de savoir ou encore la « recherche de vérité » (Knorr Cetina, 1999, p. 46). Cette dernière décrit de multiples stratégies émergeant des domaines de la physique des particules qui adressent autant les mécanismes que les contextes sociaux.

Aspect ontologique de l'identité en recherche, la **reconfiguration** consiste à la transformation des phénomènes naturels pour en permettre la production de savoirs en reproduisant le phénomène dans un laboratoire (comme un accélérateur de particules ou en transformant les observations en un ensemble de données analysables (comme les données astronomiques). Et vice-versa, les laboratoires intègrent des scientifiques reconfigurés employables en relation avec ces phénomènes reconfigurés. Tout comme l'observation directe abandonnée en astronomie, la mesure brute est insignifiante et nécessite des procédés d'analyse (**non-sens de la mesure brute**). Autrement dit, un accélérateur de particules et son détecteur ne sont pas un simple thermomètre dont la valeur fournie est utilisable. C'est après plusieurs procédures que la communauté obtient un résultat tangible comme la masse d'une nouvelle particule. Ici, les objets étudiés ne sont pas directement saisissables, mais suffisamment malléables pour que les scientifiques puissent les analyser et en considérer les résultats comme indépendants de l'action humaine.

Adressant aussi l'aspect ontologique de l'identité spécifique à la physique des particules, l'**approche liminale** décrit les stratégies visant à faire ressortir les connaissances à la lisière (marge, bordure, périphérie) des objets et phénomènes scrutés par la science. Autrement dit, elle permet de scruter la région entre le savoir positif et l'inconnaissable et en physique des particules, elle se manifeste dans l'importance accordée à la compréhension des perturbations

et distorsions, imperfections, erreurs, incertitudes et limites<sup>9</sup>. L'approche liminale cultive une certaine forme de savoir négatif. Le **savoir négatif** n'est pas du non-savoir, mais consiste plutôt aux limites, aux essais et erreurs, aux interférences avec les savoirs, aux aspects qui n'intéressent pas la communauté ou qu'elle ne veut pas connaître. L'approche liminale et le savoir négatif sont mis en évidence par les erreurs et incertitudes ainsi que les corrections<sup>10</sup>. Ici s'entremêlent autant les mesures expérimentales, en tant que savoirs positifs, que les théories dont leurs prédictions dans l'inconnaissable. Une mesure expérimentale seule ne peut valider une théorie, tout au plus l'infirmier ou l'exclure, c'est-à-dire agir sur les savoirs négatifs<sup>11</sup>.

Abordant la relation entre l'individu et son objet de recherche (aspect épistémologique), la stratégie du **soin de soi** consiste aux diverses stratégies où les scientifiques surveillent et se préoccupent des objets en temps réel plutôt qu'aux circuits de productions internes. Il s'agit d'observer, contrôler, améliorer et comprendre les composantes et processus de l'expérience (Knorr Cetina, 1999, p. 56). Les diverses stratégies associées sont l'auto-compréhension, l'auto-observation et l'auto-description. L'**auto-compréhension** est l'attention portée à l'élaboration, fabrication et installation de toutes les composantes plutôt que le traitement des données. Le détecteur a un « comportement » relativement énigmatique. Pour le comprendre, Knorr Cetina résume les quatre actions : le test, l'étude, la vérification et la contre-vérification (1999, p. 61). À un certain point, le détecteur est symbolisé par les physiciens et physiciennes des particules comme un être vivant : il est vieillissant, mort, confus, malade, aveugle, etc. (Knorr Cetina, 1999, p. 117) L'**auto-observation** est la surveillance sur plusieurs niveaux de l'expérience surtout lors du fonctionnement du détecteur. Le monitoring peut se faire en ligne en direct ou hors ligne pour détecter des canaux morts, des variations dans le bruit de fond. Enfin, l'**auto-description** inclut les diverses manières de consigner dans les inscriptions et enregistrements qui forment l'historique de l'expérience. Le

---

9. Par exemple, une multitude de régions couvertes expérimentalement et théoriquement délimitent l'espace des angles possible pour la matrice CKM (voir Figure 22). Dans l'exemple de matière sombre, les multiples approches théoriques et mesures expérimentales ont cerné les propriétés de cette particule et les possibilités qu'elle loge dans une région donnée (ici une combinaison masse et probabilité d'interaction).

10. L'incertitude est l'écart dans lequel réside la vraie valeur d'une quantité mesurée pour un niveau de confiance donné tandis que l'erreur est due aux conditions environnementales, aux processus de mesure, ainsi qu'à la résolution et précision des instruments (Gupta, 2012). Bien qu'il y ait une nuance entre les deux termes, les physiciens et physiciennes utilisent habituellement de manière interchangeable les termes « erreur » et « incertitudes ». Aussi, il y a deux types d'erreurs enseignées en physique, les erreurs statistiques et les erreurs systématiques. Les erreurs statistiques sont la variation du résultat à travers la répétition de la mesure. Les erreurs systématiques sont des problèmes de procédure ou encore des incertitudes provenant de l'imprécision des apports théoriques nécessaires pour interpréter la mesure. Enfin, les corrections consistent à intégrer des limites aux savoirs dans le calcul d'une mesure, mais aussi à instaurer des coupures dans les données qui permettent de séparer le signal recherché du bruit de fond.

11. C'est dans l'addition de mesures expérimentales en accord qui répondent à plusieurs prédictions distinctes d'une théorie que la communauté peut accepter cette dernière comme l'explication la plus plausible pour un tel contexte.

rôle d'auto-description peut aussi être transféré à des humains. Certains membres ayant une grande ancienneté étaient salués pour leur mémoire pouvant décrire les raisons de problèmes techniques ayant déjà eu lieu et décisions subséquentes. En somme, la relation ici entre les individus et leur objet de recherche s'apparente étonnamment celle avec un animal de laboratoire<sup>12</sup> : on l'observe en temps réel plutôt que de tenir compte de l'ensemble des circuits internes lié à son existence, on le surveille en direct ou à travers un monitoring constant et enfin on consigne son évolution dans une relation temporelle qui permettra possiblement de répondre à des situations ultérieures.

L'aspect méthodologique s'exprime d'une part à travers les stratégies de dérouler, cadrer et convoluer (*unfolding, framing and convoluting*) décrivent les déplacements dans un système de référence interne à l'image d'un « univers fermé » (1999, p. 71). La stratégie de **dérouler** réfère à l'attention portée pour le déchiffrement continu des caractéristiques d'objets physiques et techniques, dans leurs détails, compositions et comportements. Souvent, dérouler un problème génère de nouveaux processus de déroulage. Le **cadrage** consiste à considérer des objets ou éléments d'informations en regard d'autres composantes pour les vérifier, les contrôler, les étendre et les compenser. Un exemple de manifestations à grande échelle est l'existence, le soutien et les interactions entre des expériences sœurs, c'est-à-dire deux collaborations scientifiques (ou plus) visant une même découverte et ayant des systèmes de détection relativement différents. Enfin, la **convolution** révèle les relations et intersections entre différents univers de signification dont les simulations numériques. Les valeurs théoriques générées par les simulations numériques sont considérées comme des prises de données et réinsérées dans le système d'analyse des données. Ainsi, pour arriver à des savoirs, les physiciens et physiciennes prennent connaissance de ce qui a été fait ou est en train de se faire : l'imitation et la reproduction sont cautionnées. Ensuite, plusieurs peuvent espérer travailler sur un long et même filon qui, en se déroulant, générera d'autres questions d'intérêt. Dans cet « univers fermé », la relation entre théorie et expérience est complexe : pour progresser, elles ont mutuellement besoin l'une de l'autre.

D'autre part, voyons des stratégies épistémiques<sup>13</sup> relatives à l'aspect méthodologique tirées de Reyes Galindo (2011). L'auteur propose trois stratégies épistémiques de la physique des particules théorique : la modélisation des principes premiers (*first principle modeling*), la modélisation par ajustement de données (*data-fitting modelling*) et l'intuition physique (*physical intuition*). La **modélisation des principes premiers** consiste à créer un modèle à partir des lois ou axiomes théoriques. Le ou la scientifique soutient que les axiomes ou lois qui gouvernent le système peuvent être énoncés clairement. Ensuite, il s'agit de trouver la

---

12. Knorr Cetina (1999) parle plutôt « d'êtres sociaux et comportementaux » (*behavioral and social beings*).

13. En fait, Reyes Galindo parle plutôt de styles épistémiques, mais par souci de cohérence j'adopterai le terme stratégie.

description adéquate ou les conditions initiales pour résoudre l'ensemble d'équations et trouver les solutions au problème posé. Dans la **modélisation par ajustement de données**, l'accent est mis sur les données. La complexité d'un phénomène peut faire en sorte qu'il n'est pas possible de partir d'axiomes ou lois de la physique. Conséquemment, les données expérimentales deviennent fondamentales et nécessaires à la description précise des propriétés du phénomène. On vise à construire une théorie appuyée expérimentalement ce qui teinte la construction du système d'équation souvent faite par la méthode d'ajustement de données. Relatifs à l'identité en recherche en physique, les principes méthodologiques de modélisation des principes premiers et de modélisation par ajustement de données prennent racine dans deux axiomes opposés (les données et les principes premiers) et peuvent être source de friction entre les membres des groupes concernés. L'**intuition physique** consiste à maîtriser une multiplicité de problèmes typiques de la discipline et ainsi créer les outils cognitifs nécessaires pour entamer un nouveau problème théorique. Acquise par l'expérience, les physiciens et physiciennes en théorie vont souvent l'invoquer comme stratégie de résolution de problèmes mathématiques et théoriques. Aussi présente en physique des particules expérimentale, l'intuition – appelé ici « bon goût » et « bon jugement » – vient se développer au cours des études graduées (Traweek, 1988). C'est par la répétition et la pratique que l'étudiant ou l'étudiante apprend comment différencier entre erreurs et déviations statistiques. Alors que l'intuition physique vise à bonifier certains mécanismes cognitifs tacites, subjectifs et imprévisibles, cela tranche avec la méthodologie en recherche telle qu'apprise dans le cursus scolaire (voir encadré 2.2.3) qui est sans ambiguïté et qui suit un procédé linéaire.

### 2.2.3. Définition d'épistémologie et description de la méthode scientifique

Il y a deux manières de définir ce qu'est l'épistémologie. De la manière courte, l'**épistémologie** est l'étude de la construction des savoirs. De la manière longue, il faut de nombreuses pages pour décrire les diverses manières par lesquelles l'épistémologie consiste en l'étude des origines, méthodologies, produits et limites des savoirs. Exercice que j'entreprendrai dans cette section, en portant une attention particulière aux constructions de savoirs en physique.

En sciences naturelles et dans plusieurs sciences sociales, l'objectif de la recherche est de décrire la nature du monde (et ses composantes, dont les humains). Pour ce faire, les chercheurs et chercheuses observent un aspect environnemental, social, ou encore, expérimentent en laboratoire. Ces méthodes sont dites empiriques : l'**empirisme**

consiste en la recherche de savoirs par l'observation et l'expérimentation. Anderson (1996) distingue aussi deux types d'empirisme dont la principale différence est l'acceptation ou le refus du **réductionnisme** selon lequel toute chose ou toutes sciences se ramènent à une autre. Par exemple, conformément à une posture réductionniste, la physique serait la pierre d'assise de la chimie et la biologie. À l'opposé, une posture non réductionniste affirmerait que la physique n'est pas la base, ou la réduction, de la biologie et la chimie. Autrement dit, elles sont trois disciplines caractérisées par des axiomes propres et qui s'intéressent à des phénomènes distincts. La posture épistémologique influence aussi la manière de se positionner face à ses observations et expérimentations. Certaines postures (dont le positivisme) soutiennent que la nature existe indépendamment de l'observation alors que d'autres postures (dont le constructivisme) posent que toute observation est une construction sociale ou encore, il y a des contextes dans lesquelles l'une ou l'autre des postures est plus utile (le pragmatisme).

Les études sociologiques de milieux scientifiques ont statué qu'un fait scientifique est socialement construit. Pour tenter de comprendre les raisons justifiant ce positionnement, je décortiquerai les processus de construction d'un fait scientifique.

#### *La méthode scientifique*

La **méthode scientifique** désigne l'ensemble des processus permettant d'atteindre le résultat scientifique (Andersen et Hepburn, 2016). En sciences naturelles, elle est habituellement enseignée comme suit : le ou la scientifique (1) pose une hypothèse, (2) conçoit une expérience ou un argument mathématique sans failles pour tester son hypothèse, (3) effectue l'expérimentation ou le calcul qui fonctionne du premier coup, (4) confirme ou infirme l'hypothèse et l'intègre dans une théorie qui devient un fait scientifique et (5) présente ce fait dans les manuels de la discipline. Cette méthode est idéalisée. Notamment, elle exclut le fait que plusieurs hypothèses alternatives peuvent être soutenues par une expérimentation et que la conclusion expérimentale est rarement parfaitement claire.

Souvent, la manière de raconter l'histoire d'une découverte reflète la méthode scientifique idéalisée et ce faisant omettent les périodes d'essais et d'erreurs. Dans leur « historique de la matière sombre », Bertone et Hooper (2016) relatent les travaux préliminaires de Kelvin, Poincaré, Kapteyn, Jeans, Lindblad, Öpik et Oort. Cependant, l'histoire habituellement racontée dans le milieu débute avec Fritz Zwicky qui en 1933 utilisa pour la première fois<sup>a</sup> le terme *Dunkle Materie* (Matière Sombre)

afin de justifier l'immense écart entre la masse des galaxies de l'amas de Coma obtenues : par mesure de l'effet Doppler et par la sommation de la luminosité émise. Ces deux expériences présentaient des anomalies avec les théories de mouvement et gravitationnelles de l'époque ont donc été considérées comme des « indices » d'une matière invisible et non comme une évidence solide. De nos jours, la présence de matière sombre est l'explication la plus plausible pour les trois mesures suivantes : les courbes de rotation anormales des galaxies (env. 1970), les effets de lentilles gravitationnelles des galaxies (env. 1980) et les mesures provenant du fond de radiation cosmologique (env. 1990). Ces évidences motivent l'octroi actuel de financement aux multiples expériences de détection de la matière sombre. Comme les découvertes en physique des particules sont souvent suivies d'un prix Nobel et très médiatisées, la communauté en physique des particules a convenu que tout résultat scientifique doit être soutenu par deux collaborations ou méthodes expérimentales distinctes<sup>b</sup>. À cet effet, l'expérience DAMA avait annoncé en 1998 la détection d'un signal de matière sombre. Puisque les autres méthodes de détection n'ont pas perçu un tel signal, la découverte n'a pas eu lieu. Afin de résoudre la discordance, trois expériences tentent maintenant de reproduire le résultat de DAMA en utilisant la même technique (Castelvecchi, 2016). En somme, le quotidien de la recherche déroge souvent de la méthode scientifique idéalisée alors que l'histoire racontée tend à s'y rapprocher.

#### *Le fait scientifique et la théorie*

Le **fait scientifique** est une proposition objective obtenue à la suite d'un processus expérimental ayant démontré sa reproductibilité et repose sur son acceptation par la communauté à titre de « raisonnable » (Hyland, 1997). Selon Wylie (2003), l'**objectivité** est le niveau de conformité d'une affirmation à un ensemble de principes épistémiques qui sont : la pertinence empirique, le pouvoir explicatif, la cohérence interne, la cohérence avec d'autres corps de savoir. Autrement dit, le fait scientifique étend la compréhension des phénomènes naturels, correspond aux postulats et théories déjà acceptées et est présenté dans un discours qui reconnaît le travail déjà fait.

Anderson affirme qu'une théorie doit avoir un objet à décrire, une forme explicative, une méthode pour lier les preuves aux affirmations, des explications caractéristiques et des conséquences notables (1996, p. 3). Selon Smolin, pour que les scientifiques croient à une théorie, celle-ci doit : « fournir une prédiction nouvelle, différente de celles des théories antérieures, concernant une expérience non encore réalisée » (2007, p. 9). Les théories scientifiques doivent aussi être falsifiables (confirmables), c'est-à-dire que l'expérience peut contredire (confirmer) une prédiction. C'est ainsi que

les théoriciens Brout, Englert et Higgs, qui avaient proposé une théorie impliquant l'existence d'un boson de jauge, n'ont reçu un prix Nobel qu'après l'annonce de sa découverte expérimentale par les collaborations ATLAS et CMS<sup>c</sup>.

### *Le choix du sujet de recherche*

Ayant abordé les origines, méthodologies et production des savoirs, j'en présente certaines limites. L'une des limites qui surgissent de prime abord est celle entre savoirs et non-savoirs, autrement dit, ce qui influence le domaine du connu. Bien sûr, les nombreux savoirs développés au cours des derniers siècles témoignent du succès de la méthode scientifique, mais ces savoirs découlent de l'attribution plus ou moins grande de ressources à certains aspects en particulier comme la physique des particules (ou des hautes énergies) qui a reçu une quantité considérable de ressources notamment à des fins militaires.

Voyons certaines pistes concernant le **choix de sujet de recherche** par les scientifiques. Kuhn affirme que si la science dans son ensemble arrive parfois à « ouvrir de nouveaux territoires et mettre à l'épreuve les convictions répandues », l'individu, dans sa recherche usuelle, préfère démontrer son habileté en résolvant des « énigmes » (1969). Les énigmes sont des « problèmes spécifiques qui donnent à chacun l'occasion de prouver son ingéniosité ou son habileté » (Kuhn, 1969, p. 62). Selon Hermanowicz, les champs de recherche hautement consensuels et hiérarchisés sont caractérisés par une quasi-unanimité autour des énigmes intéressantes (*problems worth researching*) (2009, p. 255). Dans ces domaines, dont la physique, la liberté du choix de recherche est mince puisque ce qui est considéré comme intéressant est principalement défini par une élite anglo-saxonne occidentale (Namenwirth, 1986). Contrairement à la croyance répandue de l'objectivité de la recherche en sciences naturelles, il est important de souligner que les sujets de recherche ne sont pas dictés par la nature : « Problems are not given, since Nature does not whisper into the ear of a scientist which problem to choose » (Nowotny et Leroy, 2009, p. 63). D'après Nowotny, le choix du sujet de recherche est une pratique peu étudiée, mais ses conséquences sont considérables. Par exemple, dans un documentaire, Vera Rubin, dont les résultats de recherches sont considérés comme la première évidence convaincante de l'existence de matière sombre, a associé sa situation familiale à son choix de sujet de recherche : « I had children and I didn't want to compete with what other people were doing. So I decided to study the outside of galaxies » (Alda, 2004).

En conclusion, le **positivisme** est un positionnement épistémologique (1) dominant dans les sciences naturelles qui (2) à partir de l'observation et l'expérimentation,



(3) vise à décrire les composantes de l'univers et ses interactions à travers des lois universelles où (4) ces lois sont testées de nouveaux à partir des observations et expérimentations. J'estime que même dans une perspective positiviste il est possible d'admettre certains biais ou limites dans la recherche scientifique comme les choix collectifs d'allocations des ressources pour tel ou tel projet ainsi que les choix individuels de sujets de recherche.

*a.* Selon Gianfranco Bertone and Dan Hooper, Henri Poincaré mentionna le terme Matière Obscure en 1906 soit presque 30 ans avant Fritz Zwicky.

*b.* Par exemple, que serait-il advenu de la découverte du boson de Higgs si les expériences ATLAS et CMS avaient obtenu des résultats discordants? Cette découverte n'aurait simplement pas eu lieu.

*c.* Robert Brout est décédé en 2011 soit l'année précédant la découverte. Il n'a donc pas reçu de prix Nobel.

De ce chapitre, je souligne que le travail identitaire s'effectue dans des communications qui surviennent à la fois au contact de l'environnement (ici, la culture organisationnelle) et au sein de l'individu. Bien que le travail identitaire interne puisse sembler abstrait dans d'un point de vue communicationnel, je l'aborderai à partir des relations entre plusieurs identités comme les tensions et les transitions identitaires. À travers le processus de construction de cette thèse bidisciplinaire, j'ai effectué de multiples transitions entre les disciplines de physique et de communication, ce qui a généré un important travail identitaire à travers le positionnement de recherche. Aussi, à moins d'employer une méthodologie axée sur de multiples entretiens de recherches, je n'ai accès qu'à mon propre travail identitaire interne. Alors qu'Alvesson et al. (2008) proposent trois pistes de méthodologie pour explorer l'identité – l'entrevue, la lecture et l'observation – comme je le présente dans le chapitre suivant, la méthode ethnographique combine autant observation participante, lecture détaillée des productions organisationnelles et entretiens en complément.



# Chapitre 3

---

## Méthodologie

*Scientists are not always good at recognising that they are not as objective as they think they are, that they bring cultural baggage. A lot of science is done in community and community matters; here too there is community moderation.*

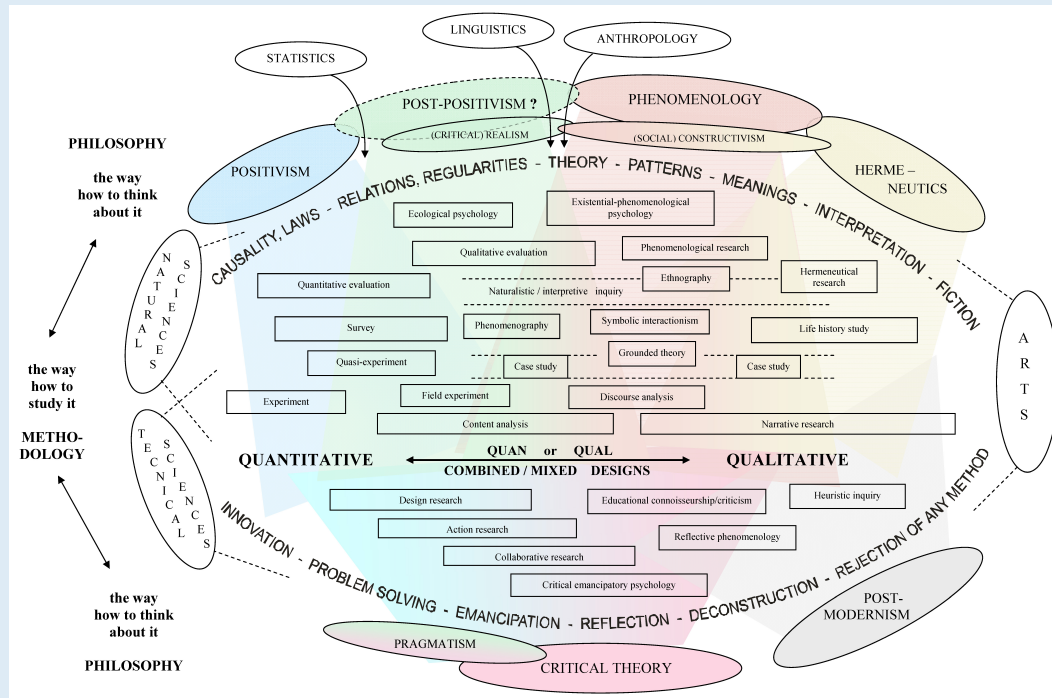
Jocelyn Bell-Burnell, 2013

Dans ce chapitre, je présente la méthodologie utilisée pour cette thèse, soit l’ethnographie. Pour orienter la discussion, je m’appuierai sur les trois étapes ethnographiques proposées par Van Maanen (2011b) : le travail de terrain, le travail cérébral et le travail d’écriture (*fieldwork*, *headwork*, et *textwork*). Considérant que je suis membre depuis longtemps de l’organisation étudiée, j’ancre cette recherche plus spécifiquement dans l’ethnographie « chez soi » (Alvesson, 2009).

M’adressant à deux publics (en physique et en communication), j’ai choisi, dans un premier temps, de décrire certaines caractéristiques générales de la méthode ethnographique. Dans un deuxième temps, je présente plus spécifiquement ma démarche ethnographique – soit les processus d’observation, de consignation, de réflexion et de rédaction – organisée autour de mon travail de terrain (observations, documentation), de mon travail cérébral (processus d’analyse) et de mon travail d’écriture. Pour les lecteurs et lectrices peu familières avec les méthodes qualitatives, je introduis auparavant certains présupposés de la méthode ethnographique (encadré 3.0.1).

### 3.0.1. Positionnement épistémologique et méthodologies

Dans l'encadré 2.1.2, j'ai présenté la méthode scientifique et le positionnement épistémologique. Considérant qu'il coexiste plusieurs positionnements épistémologiques qui influencent la manière dont se conduit une recherche (voir annexe 5 pour quelques définitions sommaires), la méthodologie et le positionnement épistémologique doivent être cohérents. Pour tenir compte notamment des aspects bidisciplinaires de cette thèse, je propose d'utiliser une carte développée par Niglas (2010) qui permet de situer les disciplines (et méthodologies) de la physique et de la communication, non pas en opposition, mais plutôt à des endroits différents sur un continuum multidimensionnel (Figure 2).



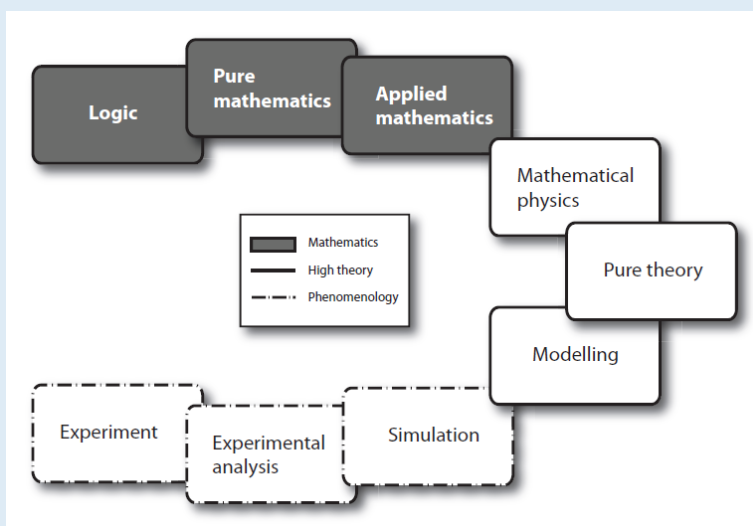
**FIGURE 2.** Le modèle multidimensionnel en méthodologie de la recherche de Niglas (2010).

Ce modèle propose et lie : le continuum QUAN-MM-QUAL (quantitatives, méthodes mixtes, qualitatives), le spectre de la philosophie de recherche (positionnement épistémologique, ovales colorés), l'espace des méthodologies (encadrés) et le continuum disciplinaire des arts aux sciences (ovales blancs). Les philosophies de recherche se superposent l'une à l'autre et influencent les choix méthodologiques tels qu'illustrés par la zone colorée (d'influence) dans l'espace des méthodologies. Les méthodologies

peuvent s'étendre dans le continuum QUAN-MM-QUAL ce qui est reflété par la largeur des rectangles ou l'usage des lignes pointillées (dont la case « case study »). Le continuum disciplinaire se fait soit par le haut (recherches théoriques) ou par le bas (recherches appliquées) à l'image des disciplines sciences naturelles et sciences techniques. Enfin, les termes insérés entre les ellipses philosophiques et les encadrés méthodologiques représentent les buts et objectifs principaux de la recherche menée.

Sur le modèle de Niglas (2010) à la Figure 2, le projet en physique se situe dans l'expérience à gauche au centre alors que l'ethnographie qui sous-tend cette thèse se trouve au centre du quart droit et haut.

Tout comme la case « ethnography » ne reflète pas la diversité des méthodes ethnographiques que je présente à la section 3.1, la case « experiment » néglige les aspects théoriques et de modélisation de la recherche actuelle en sciences naturelles. En effectuant un grossissement de la case « experiment », on pourrait obtenir, par exemple, le modèle en fer à cheval de Reyes Galindo (2011) tel que présenté à la Figure 3. Le modèle de Reyes-Galindo propose trois types de groupes en physique théorique : la phénoménologie, la haute théorie et les mathématiques. Référant à la métaphore d'un aimant, les pôles théoriques et expérimentaux peuvent sembler opposés, mais sont en fait liés par une série de pratiques de travail et de discours. Les encadrés réfèrent aux pratiques spécifiques (aux méthodologies). Dans le modèle en fer à cheval, le projet en physique se positionne aux recouvrements entre la simulation et la modélisation.



**FIGURE 3.** Diagramme en forme de fer à cheval (*horseshoe diagram*) qui représente une chaîne de pratiques (méthodologies), Image tirée de Reyes Galindo (2011).

### 3.1. La méthode ethnographique dans les organisations

Initialement développée en anthropologie, l'ethnographie est une méthode de recherche qui implique l'observation des activités d'un groupe où historiquement il s'agissait d'une communauté isolée (Neyland, 2008). De nos jours, l'ethnographie s'applique dans une variété de domaines allant de la sociologie aux études organisationnelles.

L'**ethnographie organisationnelle** vise à dévoiler les mécanismes complexes de la vie organisationnelle (Ybema et al., 2009a). Pour plusieurs, dont Van Maanen (1988), l'ethnographie est une représentation écrite d'une culture, et conséquemment l'ethnographie organisationnelle est une représentation écrite d'une culture organisationnelle. Les éléments de la culture organisationnelle vus au chapitre précédent – comme les artefacts, les valeurs et suppositions – s'observent en allant sur le terrain, c'est-à-dire en observant la disposition des lieux et des objets tout en scrutant les faits et gestes des membres de l'organisation. Ybema et al. (2009b) résumant certaines caractéristiques clés de l'ethnographie organisationnelle. L'ethnographie organisationnelle :

- (1) Combine plusieurs méthodes qui peuvent être regroupées en trois aspects : l'observation, la conversation et la lecture attentive de sources documentaires.
- (2) Implique une immersion dans la vie quotidienne afin de rapporter sans intermédiaires des observations et expériences vécues.
- (3) Rend explicites les savoirs tacites ou encore les processus de création de sens dissimulés. Pour les membres de l'organisation, les descriptions obtenues sont familières, surprennent ou confrontent les perceptions.
- (4) Conjugue un intérêt pour les expériences subjectives et individuelles dans le quotidien avec un intérêt élargi pour le cadre social d'où les dynamiques historiques et institutionnelles émergent et s'enchaînent.

Considérant que cette thèse étudie un milieu scientifique et intègre un projet en physique des particules théoriques, je voudrais prendre quelques lignes pour relater certaines ethnographies de milieux scientifiques. L'ethnographie fut employée pour étudier des sites de production scientifique, à partir des années 1980, ce qui a donné un genre appelé les études de laboratoire (*lab studies*). Parmi les ethnographies sur les laboratoires et expériences dans diverses disciplines en sciences, il y a une forte représentation d'études sur la communauté en physique, ses pratiques et ses cultures (Pickering, 1984; Collins, 1985; Pinch, 1986; Tra-week, 1988; Krieger, 1992; Zabusky, 1995; Galison, 1997; Knorr Cetina, 1999; Doing, 2004; Collins, 2017). Ces ethnographies se sont adressées particulièrement à démontrer le caractère construit des faits scientifiques et beaucoup d'entre elles ont examiné le rôle des instruments et de l'instrumentation dans le travail de production du savoir.

### 3.1.1. Le travail de terrain

Van Maanen (2011a) définit le travail de terrain (*fieldwork*) comme une technique pour amasser du matériel de recherche en plaçant le soi (corps, croyances, personnalité, émotions, cognition) dans un ensemble d'événements imprévus qui s'appliquent à un groupe de personnes donné. Au bout d'une période, l'ethnographe parvient plus ou moins à voir, entendre, sentir et comprendre les réponses qui émergent de ce contexte social. Ybema et al. (2009b) proposent trois manières de récolter du matériel de recherche : la lecture attentive de sources documentaires, l'observation et la conversation.

Van der Waal (2009) distingue deux sortes de documentation. D'une part, la documentation publique est disponible sur le site internet de l'organisation. Elle est facile d'accès et contient plusieurs informations sur l'organisation, dont les rapports annuels. D'autre part, au sein de l'organisation, il est possible de demander et d'accéder à des documents internes comme les procès-verbaux, les rapports à distribution limités, les fichiers de correspondance et toute autre littérature non publiée. Aussi, comme le mentionnent Alvesson et al. (2008), la lecture de texte peut aussi inclure d'autres formes comme les productions visuelles (publicités) ou vidéo (documentaires) produites par l'organisation étudiée.

L'ethnographe doit tout observer (Neyland, 2008). L'ethnographie est une immersion dans un contexte social qui implique divers événements et interactions – réunions, lunch, petites conférences – qu'il faut observer dans le détail (Van der Waal, 2009). Il s'agit de consigner sur une base régulière ses observations en vue de construire une archive des événements observés, des personnes rencontrées et des documents lus durant le travail de terrain. Consigner des notes d'observation (*fieldnotes*) peut prendre plusieurs formes et se faire à plusieurs moments. Sur le coup, l'ethnographe peut écrire le plus rapidement possible, griffonner, utiliser des codes et des abréviations créant un ensemble de notes brutes qu'il sera possible de transformer en note d'observation détaillée (Emerson et al., 2011). Si la situation le permet, il est aussi possible d'utiliser un enregistreur audio ou une caméra. Dans des contextes plus restreints, il est parfois nécessaire de mémoriser le plus possible un événement et retranscrire ses observations plus tard. Notons que Van der Waal (2009) suggère d'utiliser les caractéristiques de l'organisation à son avantage, comme les moments où s'intègre déjà la prise de notes (certains réunions par exemple). Enfin, l'observation peut s'opérationnaliser de plusieurs manières quant à l'ampleur de la participation ou encore quant à la forme (observation statique ou en mouvement).

Ce qu'Ybema et al. (2009b) entendent par la conversation regroupe principalement les multiples types d'entretiens de recherche. Neyland (2008) stipule que les entrevues peuvent enrichir (*supplementing*) l'ethnographie, mais aussi permettent d'accéder à certains contextes ou personnes qui sont inaccessibles par l'observation. Van der Waal (2009) conseille les entretiens semi-dirigés qui offrent suffisamment de latitude pour dévoiler les perspectives de l'intérieur. En fait, les données récoltées durant les entretiens et enregistrées durant des événements publics « will be in the form of 'official' narratives that can strengthen and reproduce an identity, or that can structure experience » (Van der Waal, 2009, p. 35). Enfin, des entrevues très structurées comme les sondages génèrent du matériel de recherche à plus grande envergure et offrant des possibilités de comparaisons concernant l'expérience organisationnelle.

Selon Schwartzman (1993), l'étape la plus cruciale d'une ethnographie est sûrement l'accès au terrain dont la négociation peut être laborieuse pour des organisations récalcitrantes ou facilitée en particulier pour certaines ethnographies « chez soi ». À l'entrée, Neyland (2008) souligne que l'ethnographe rencontrera une ou des personnes ayant le ou les rôles de portier et d'informateur (*gatekeeper and key informant*). L'un permet l'entrée à l'organisation alors que l'autre traduit et explique la signification d'événement, des rituels, et d'observations données. Schwartzman (1993) et Neyland (2008) s'entendent sur le fait que les premières rencontres qui découlent de la négociation de l'accès offrent à l'ethnographe une source riche de données. En général, c'est dans les premières interactions que les différences culturelles entre l'ethnographe et les membres de l'organisation sont les plus apparentes (sauf pour les ethnographies « chez soi »). Ainsi, les surprises, différences et mécompréhensions émergent et préfigurent les préoccupations et enjeux de recherche (Schwartzman, 1993, p. 48). Tout est teinté par l'étrangeté et en même temps il faut éviter les pris pour acquis (Neyland, 2008). Que le milieu soit familier ou non, à l'étape de la négociation de l'accès, les notes de terrain détaillées sont importantes, car l'ethnographe ne sait pas nécessairement comment interpréter les observations.

À force d'être immergé dans l'organisation, le regard de l'ethnographe commence à s'accoutumer. Neyland (2008) souligne qu'il faut faire un effort, rester sceptique et se confronter à des activités inusitées, inconfortables parfois déconcertantes ou encore, prendre des pauses de l'organisation si tout devient trop familier. En fait, dans une ethnographie, il faut jouer à la fois sur l'étrangeté et la familiarité vis-à-vis l'organisation pour en dévoiler les mécanismes (Neyland, 2008; Ybema et al., 2009b). Plusieurs stratégies existent afin de conserver cet équilibre. Ça peut être de suivre ou rechercher le mystère (Schwartzman, 1993), chercher l'irrationnel, briser les relations ou jouer à l'imbécile (Ybema et Kamsteeg, 2009). Enfin, le choix du terrain ou plutôt des terrains peut alimenter l'observation notamment par la stratégie de comparaison. Marcus (1995) parle d'ethnographie multisite pour les contextes



il y a plusieurs lieux d'observation et argumente que les organisations sont des lieux ouverts avec de multiples interactions et les membres de ces organisations ont un quotidien (famille, loisirs, etc.) qui dépasse nécessairement un lieu délimité.

### **3.1.2. Le travail cérébral**

Le travail cérébral (*headwork*) réfère au travail conceptuel qui informe le travail de terrain dans l'ethnographie et ses multiples pratiques représentationnelles. Il s'agit de développer des concepts théoriques ou cadres qui s'arriment à une question particulière de recherche ou situation étudiée (Van Maanen, 2011a). Plus spécifiquement, le travail cérébral émerge à travers les activités : de lecture sur la méthode ethnographique, du travail de terrain, de compréhensions et intérêts dans les études des organisations, des goûts ethnographiques, et d'autres sources de contraintes. Considérant que le travail cérébral consiste à faire des liens avec la théorie, c'est ici que s'intègrent les étapes d'analyse du corpus dont d'identification des thèmes.

Le travail d'analyse débute après une immersion de quelques semaines à quelques mois dans une organisation au cours de laquelle l'ethnographe a rédigé une quantité considérable de notes de terrain. Il s'agit de dégager les thèmes à partir des notes d'observations, lectures et retranscriptions d'entrevues en vue de créer une analyse cohérente et ciblée des aspects de la vie sociale qui ont été observés et consignés (Emerson et al., 2011). La première étape consiste à lire et relire le corpus de notes d'observations, de lectures et de retranscriptions d'entrevues composées de plusieurs centaines de pages. Ensuite, le codage analytique des notes de terrain peut se faire avec des thèmes présélectionnés (codage sélectif) ou non (codage ouvert). Enfin, pendant le codage, les thèmes peuvent changer, des sous-thèmes peuvent émerger et s'arrimer à certains thèmes plutôt qu'à d'autres.

### **3.1.3. Le travail d'écriture**

Une part importante du travail de l'ethnographe consiste à rédiger un manuscrit, alias le travail d'écriture. Selon Van Maanen (2011a), l'écriture est un art qui nécessite beaucoup de temps et d'efforts et implique plusieurs choix d'écriture comme la ou les voix, la présence (absence) de l'auteur ou de l'autrice, les analogies et métaphores, le jargon, les images, le ton, l'emphase empirique ou théorique, etc. Plusieurs chercheurs et chercheuses ont rassemblé les différents choix d'écritures en catégories, formes ou approches. Van Maanen (1988) parle de contes réalistes, confessionnels ou impressionnistes, alors que Neyland (2008) distingue les approches réalistes, narratives et réflexives. Comme le soulignent Humphreys et Watson

(2009), ces catégories, formes ou approches à l'écriture ethnographique suivent dans les grandes lignes un continuum concernant la manipulation du matériel de recherche.

Selon une manipulation minimale du matériel de recherche, l'ethnographie ordinaire (*plain*) relate des événements survenant dans l'étude d'un seul cas. Il s'agit d'une description de type traditionnelle en sciences sociales (Humphreys et Watson, 2009). Elle s'identifie en termes de prétention de véracité à une déclaration de témoin. Similairement, l'approche réaliste de Neyland (2008) assume que les activités observées existent indépendamment de l'étude, ce qui est vu est pris comme une version définitive de ce qui a eu lieu. Enfin, le conte réaliste proposé par Van Maanen (1988) évacue presque complètement l'auteur ou l'autrice du texte final et il ne reste que ce que les membres de la culture étudiée disent, font et pensent Van Maanen (1988).

Caractérisée par une manipulation moyenne, l'ethnographie rehaussée (*enhanced*) inclut quelques techniques de la littérature comme des descriptions de la scène (Humphreys et Watson, 2009). Aussi, l'ethnographe prend part à la narrative et décrit ses réponses émotionnelles. Dans sa prétention de véracité, l'ethnographie rehaussée affirme que le texte relate plus ou moins ce qui est arrivé. De manière analogue, l'ethnographie narrative porte attention aux rôles de l'ethnographe dans la recherche et stipule que le texte final est l'une des versions possibles (Neyland, 2008). Aussi, le conte confessionnel de Van Maanen (1988) s'efforce d'explicitier et démystifier le travail de terrain dans sa pratique au quotidien et s'inspire de méthodes interprétatives comme l'herméneutique ou la sémiotique. Van Maanen (1988) exemplifie le conte confessionnel à travers le champ lexical suivant : histoires, fables, mini-mélodrames, récits, etc.

L'ethnographie fictionnelle et semi-fictionnelle (*fictionalized*) comporte une manipulation maximale et permet de décrire des recherches sur des sujets sensibles ou confidentiels qui ne peuvent être publiés sans ce camouflage important (Humphreys et Watson, 2009). Ici, ce récit est plus fidèle encore qu'une réalité rapportée puisqu'il décrit mieux les pratiques humaines que les autres types de récits<sup>1</sup>. De même, le récit impressionniste capture une scène à un instant particulier de manière figurative, créative et dramaturgique (Van Maanen, 1988). Comme il s'agit d'un fragment du terrain, l'interprétation unique est impossible.

Plutôt que de se distinguer par le niveau de manipulation, la troisième catégorie d'ethnographie identifiées par Neyland (2008), l'ethnographie réflexive, se distingue par les conditions de validité. Cette catégorie considère que la réalité étudiée par l'ethnographe dépend de son

---

1. Pour illustrer ce point, je réfère aux débats des illustrations de spécimens idéaux d'animaux (oiseaux, papillons), de plantes ou de champignons versus les photographies. Le spécimen idéalisé ne se retrouve pas dans la nature, mais comporte certaines caractéristiques mises de l'avant pour l'identification. Voir Daston et Galison (2010).

regard. Les membres de l'organisation sont invités dans la récolte, l'organisation et l'analyse des données (Neyland, 2008).

Peu importe la catégorie, forme ou approche d'écriture choisie, le texte ethnographique produit doit contenir des éléments nécessaires à sa crédibilité. Selon Schwartz-Shea et Dvora (2009), il y a six attentes méthodologiques à l'ethnographie :

- (1) Présenter une description détaillée (*thick description*) des lieux, événements, activités interactions, gens et discours qui décrivent les contextes de l'expérience vécue par les personnes étudiées. Il faut un détail suffisant et nuancé, pertinent pour la question et qui permet de soutenir des affirmations.
- (2) Faire preuve de réflexivité. Considérer sa personne comme instrument à travers lequel la recherche et sa présentation sont produites. Être sensible que les identités de l'ethnographe se manifestent dans l'habillement, l'accent, la physionomie et d'autres éléments non verbaux, contribuent au positionnement et affectent les interactions, les questions posées et le niveau d'accès à l'organisation.
- (3) Appuyer sa recherche sur plusieurs sortes de sources documentaires (triangulation) ou outils analytiques (cristallisation) (voir aussi Tracy, 2020).
- (4) Avoir un audit de la recherche, c'est-à-dire identifier et consigner tout changement au projet de recherche initial.
- (5) Remettre en cause ses propres processus de création de sens pour éviter d'adopter trop rapidement un patron ou une interprétation. Chercher consciemment des témoignages qui défient ou invalident les impressions initiales, théories ou explications préférées.
- (6) Retourner auprès des personnes du contexte étudié et valider si l'étude reflète bien leurs compréhensions de leur contexte.

En somme, comme le souligne Ybema et al. (2009b), le texte de l'ethnographie doit révéler une multivocalité, c'est-à-dire une multiplicité de voix et d'interprétations qui créent et recréent les étapes et les histoires de la vie organisationnelle.

#### **3.1.4. L'ethnographie « chez soi » : Définition et enjeux**

Les ethnographies « chez soi » (*at-home ethnographies*) sont des textes produits par l'observation dans un contexte culturel pour lequel l'ethnographe a un accès naturel : il ou elle y participe activement au même titre que ses collègues (Alvesson, 2009). L'ethnographe accède initialement au matériel empirique à travers son expérience, ses savoirs ainsi que ses accès privilégiés.

Les ethnographies « chez soi » et en contexte familiaux comportent des caractéristiques qui les distinguent des ethnographies conventionnelles. Karra et Phillips (2008) soulignent quatre atouts – la facilité d'accès, les besoins en ressources réduits, la facilité d'établir la confiance et les liens et la réduction des problèmes de traduction – de même que trois défis – le manque de distance critique, les conflits de rôles et les limites aux découvertes fortuites. L'ethnographe se sert de sa familiarité avec le contexte comme point de départ empirique et scrute de manière continue son milieu. La négociation de l'accès n'est pas le moment de tension tel que décrit par Schwartzman (1993) parce que la confiance et les liens sont déjà présents dans le milieu étudié. Aussi, tout comme dans l'ethnographie conventionnelle, les identités de l'ethnographe affectent les interactions notamment dans l'ambiguïté concernant l'appartenance au milieu ou à la communauté de recherche. Cela peut se manifester à travers l'humour (Platt, 1981) ou dans un dévoilement personnel important qui peut rendre le ou la chercheur(e) plus vulnérable (Mogendorff, 2013).

Souvent, plus l'ethnographe est personnellement impliqué dans le contexte social étudié moins il ou elle est apte à se libérer des idées reçues et à appréhender son étude avec ouverture d'esprit. À la section 3.1.1, j'ai présenté de l'équilibre à atteindre entre étrangeté et familiarité. Ici, la familiarité est accentuée, ce qui peut entraîner des problèmes comme anticiper les pensées et sentiments des gens ou encore, générer des descriptions plus flatteuses ou prudentes. Pour se sortir du cadre social familial, le défi consiste à créer des moments de rupture. À cet effet, Alvesson (2009) propose cinq stratégies pour créer des ruptures qui sont : (1) adopter l'ironie, (2) utiliser des théories défiant le sens commun, (3) avoir un répertoire suffisamment large pour interpréter de diverses manières le matériel empirique, (4) utiliser systématiquement la réflexivité, (5) travailler explicitement avec le caractère processuel de l'identité de l'ethnographe.

L'ethnographie « chez soi » comporte des similarités avec l'autoethnographie ainsi que l'ethnographie réflexive. Premièrement, l'autoethnographie désigne des textes qui relatent l'expérience vécue de l'ethnographe et des vulnérabilités personnelles en relation avec le contexte culturel (Ellis et al., 2011). Plutôt que de mettre l'emphase sur l'expérience personnelle, l'ethnographie « chez soi » explicite ce qui *grave* autour de soi. Deuxièmement, l'ethnographie réflexive, présentée brièvement à la section 3.1.3, trouve sa validité dans une subjectivité réflexive où la réalité étudiée tire son origine dans le regard de l'ethnographe (Neyland, 2008; Weber, 2012)<sup>2</sup>. Bien qu'il y ait une part de réflexivité dans l'ethnographie « chez soi », la condition d'accès naturel n'est pas automatique pour les ethnographies réflexives.

---

2. Notons que Weber compare l'ethnographie réflexive à la mécanique quantique : « J'ai également la conviction que la méthode de l'ethnographie réflexive n'est rien d'autre que la version "sciences sociales" de la découverte de la physique quantique selon laquelle l'observateur perturbe les conditions de l'observation » (2012, p. 54).

## 3.2. Ma démarche ethnographique

Avant toutes choses, c'est le point de vue de « chez soi » qui teinte mon corpus ethnographique. J'ai passé cinq ans comme étudiante au baccalauréat et à la maîtrise au Département de physique de l'UdeM avant de débiter ce projet de thèse. Durant cette période, j'ai assisté aux cours et surtout, je me suis impliquée dans plusieurs sphères du Département de physique comme étudiante. Premièrement, je me suis impliquée dans les activités organisées par l'association étudiante. Ainsi, j'ai été responsable durant deux ans du journal étudiant et bénévole pour le café étudiant, j'ai produit un film pour le concours de film étudiant, j'ai organisé la journée d'accueil (l'initiation), j'ai présenté et organisé les conférences des stagiaires d'été, etc. Deuxièmement, je me suis aussi intégrée à la vie départementale où j'ai assisté aux conférences du vendredi et aux conférences du Groupe de Physique des Particules (GPP). J'ai été auxiliaire d'enseignement pour les cours d'introduction à la physique des particules et au cours de relativité 1. Enfin, au baccalauréat (durant des stages d'été) et à la maîtrise, j'ai participé à un projet de recherche en physique des particules ce qui inclut les rencontres de groupe de recherches autant en présentiel, en réunion téléphonique, qu'en réunion de collaboration.

### 3.2.1. Le travail de terrain

Sur la base de mon expérience personnelle dans le domaine de la physique universitaire, j'ai ciblé plus particulièrement trois éléments phares de la vie départementale où participent autant la communauté étudiante que le corps professoral et qui peuvent déclencher un travail identitaire associé à la construction identitaire et à l'appartenance au milieu. Il s'agit des conférences, des projets de recherche et des comités départementaux.

En premier lieu, les conférences sont très présentes au Département de physique. Il y en a plusieurs par semaine et selon plusieurs types (étudiantes, de groupes de recherche, clubs de lectures). Les conférences sont d'intérêt, car elles publicisent des invités et invitées qui n'ont peut-être pas la même manière de forger des connaissances et s'identifier par rapport à celles-ci. De plus, la construction identitaire en physique est en partie construite et adaptée dans ces relations avec la communauté internationale. De manière pragmatique, il s'agit d'un moment circonscrit dans le temps et l'espace où l'on performe publiquement sur une scène l'identité en physique et son appartenance au milieu. En particulier, les interactions avec l'auditoire permettent d'observer certaines pratiques ou valeurs partagées. Enfin, concernant

la diversité et l'inclusion, la conférence est un lieu où certaines personnes choisissent de donner une visibilité accrue à certains individus plus qu'à d'autres <sup>3</sup>.

En deuxième lieu, la vie départementale est organisée autour de la recherche et ses installations qui rassemblent professeur·e·s, employé·e·s de soutien, chercheur·e·s au postdoctorat, étudiant·e·s à la maîtrise et au doctorat, et stagiaires. À cet effet, j'ai contribué à un projet de recherche en physique des particules dénommé « Amplitudes diagrammatiques de tous les états de symétries des désintégrations  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow K\bar{K}K$  ». J'ai choisi d'effectuer ce projet pour plusieurs raisons. D'une part, pour être pleinement participante, il me fallait un projet en physique qui me permettrait aussi d'observer les aspects liés à l'identité de chercheuse en physique. Alors que plusieurs études sur les femmes en sciences abordent leur perception ou la culture du milieu, à l'exception de témoignages de physiciennes de renom, il y a peu de matériel sur l'identité ou le travail identitaire en physique en relation avec l'accomplissement de l'activité de recherche. D'autre part, j'ai ciblé un projet en physique des particules théorique (en phénoménologie) en considérant mes propres intérêts et historiques de recherche. Cela répond aussi à un vide dans les études en sciences et technologies où de nombreuses études abordent des recherche expérimentales en physique des particules alors que très peu ont scruté des recherches théoriques ou phénoménologiques en physique des particules <sup>4</sup>. Enfin, participer à ce projet de recherche a accentué les manifestations de mon propre travail identitaire associé au chevauchement des disciplines de physique et de communication.

En troisième lieu, le fonctionnement d'un département universitaire repose en grande partie sur le travail des comités bien que l'instance décisionnelle première est l'assemblée départementale. Les comités départementaux sont des groupes de travail à accès restreint composés d'étudiant·e·s et de professeur·e·s, c'est-à-dire qu'une personne doit être élue en assemblée étudiante ou désignée par le directeur <sup>5</sup> pour y siéger. Les comités organisent les activités de la vie départementale tels le recrutement au collégial, l'évaluation du cursus d'enseignement au baccalauréat, l'embauche des nouveaux enseignants, etc. Étant donné leur caractère moins rigide, les comités départementaux offrent des espaces plus favorables à l'émergence de manifestations de construction identitaire et d'appartenance au milieu divers. J'ai choisi d'étudier le comité Diversité Physique qui aborde expressément les enjeux de diversité et d'inclusion. Alors qu'un des mandats du comité est d'accroître la visibilité de trois groupes historiquement marginalisés (genre, origine ethnique, orientation sexuelle), j'espère observer

---

3. Visant à dénoncer des biais implicites dans les universités affectant les femmes et les personnes racisées, Smith et al. (2017) dénoncent le fait que ce sont principalement des hommes blancs qui présentent aux conférences, mais aussi dominent les discussions qui suivent.

4. La thèse de Reyes Galindo (2011) constitue la seule exception que j'ai trouvée.

comment ce positionnement génère un travail identitaire en relation avec les valeurs départementales.

J'ai essayé de broser le tableau le plus complet possible du Département étudié à partir de chacun des trois éléments centraux à l'ethnographie. Ainsi, le matériel ethnographique est composé de sources documentaires, d'observations et d'entretiens (conversations) avec les membres de l'organisation (voir annexe B pour plus de détails)<sup>6</sup>.

J'ai puisé la documentation dans diverses sources. J'ai épluché le site internet du Département de physique dont son répertoire, ses bulletins et sa liste des séminaires passés. J'ai consulté plusieurs sources documentaires imprimées comme des guides produits pour les étudiants et étudiantes, des plans de cours et des archives internes. Au sujet de l'association étudiante, j'ai entre autres lu de nombreuses éditions des journaux étudiants (1997 à 2018) ou encore, écouté des film étudiants disponibles sur Youtube. Enfin, j'ai consulté l'espace infonuagique du comité Diversité Physique ainsi que son site web et sa page Facebook.

J'ai quatre types de notes d'observation : durant les conférences, lors la complétion du projet en physique, en réponse à certaines expériences ainsi qu'une observation détaillée des lieux. Avant les conférences et dans les premières minutes, j'ai retranscrit plusieurs détails sur la présentation par le ou la maître de conférence, la disposition physique. Durant la présentation, à proprement parler, je diminuais la quantité de notes et je retranscrivais les moments où les interactions avec l'auditoire étaient manifestes (blagues et rires de l'audience, interruptions, questions). Après avoir fait une certaine partie du travail d'analyse, j'ai commencé à noter durant le monologue certaines phrases associées à des thèmes qui ressortaient de la culture organisationnelle. Lors de la période de questions, j'ai tenté de capturer l'ensemble de l'interaction. Pour y arriver, j'ai conservé les marqueurs interrogatifs ainsi que les types de réponses (affirmatives, négatives, compléter l'information, etc.). S'il m'était impossible de tout retranscrire, je coupais les passages de jargon en mettant des mots clés associés à l'idée générale ou encore je me suis concentrée sur l'intention perçue associée à la question.

Au début de mon doctorat, j'ai tenu un blogue personnel en ligne. Par manque d'intérêt personnel et du public, j'ai cessé après moins d'un an (durée de vie active du blogue :

---

5. Le masculin est utilisé ici, car, au premier dépôt de cette thèse, il n'y avait eu aucune directrice du Département de physique depuis son instauration en 1920. La première directrice du Département de physique est entrée en fonction le 1er juin 2021.

6. Pour donner une vue d'ensemble, le corpus total fait 910 pages dactylographiées, 7 heures de matériel audiovisuel disponible en ligne, une centaine de photographies officielles et prises pour cette étude, 56 heures d'observations actives en conférences et clubs de lecture GPP pour 300 pages de notes manuscrites, une soixantaine de pages manuscrites de notes réflexives durant la complétion du projet en physique et sur la participation au *Workshop for Women in Physics* à Trieste en Italie, 6 heures d'entrevues retranscrites sur 107 pages ainsi que l'enregistrement d'une conférence GPP de 57 minutes retranscrite partiellement (4373 mots).

novembre 2014 à octobre 2015)<sup>7</sup>. J'ai participé au *Workshop for Women in Physics* de 2016 à l'International Center for Theoretical Physics (ICTP) nommé aussi l'Institut Abdus Salam et situé à Trieste en Italie. À mon arrivée, j'ai constaté que je n'étais pas dans un contexte qui m'était habituel. J'étais pratiquement la seule provenant d'un pays occidental et la grande majorité des participantes venaient de pays sous-développés comme le Nigeria, le Soudan, l'Iran, etc. Ainsi, j'ai pris des notes lors de pauses et à la fin de la semaine de conférence et j'ai utilisé ces notes pour en faire un texte détaillé sur mon expérience. Ensuite, lorsque j'ai travaillé sur le projet en physique des particules, j'ai pris des notes concernant mes avancées dans le projet ainsi que des notes réflexives sur mes perceptions et sentiments. Enfin, en 2018, j'ai fait une observation détaillée des lieux où j'ai pris une cinquantaine de photos des corridors, portes de bureau et mosaïques étudiantes.

Si j'ai réussi dans une variété de contextes – comme les conférences ou dans la lecture des textes – à rester dans l'observation, à titre de cofondatrice et coprésidente du comité Diversité Physique (D-PHY), j'ai adopté un rôle davantage participant qu'observant. Je ne pouvais pas présider les réunions et en même temps consigner des notes ethnographiques intéressantes. De plus, plusieurs sujets mentionnés en réunion étaient délicats et, pour des considérations éthiques, je ne voulais pas user de ce matériel en jouant sur mes deux chapeaux. Ainsi, pour meubler le chapitre 6 sur le comité D-PHY, j'ai fait des entretiens avec neuf membres du comité plus spécifiquement trois membres du corps professoral et six étudiants et étudiantes (voir annexe C pour la grille d'entretien).

Au moment où je complétais le projet de physique des particules, je sentais qu'il y avait une tension entre familiarité et étrangeté. Pour valider mes observations et tenir compte du point de vue majoritaire au groupe de physique des particules, en avril 2018, j'ai fait et retranscrit une entrevue avec un étudiant à la maîtrise qui était aussi sous la supervision de David London. Pour analyser en détail un séminaire de recherche, j'ai enregistré et retranscrit en partie le séminaire que j'ai présentée au groupe de physique des particules le 28 mai 2019, d'une durée d'une heure, intitulé « The Study of Mixed Symmetric Final States in  $B \rightarrow K\pi\pi$  and  $B \rightarrow K\bar{K}K$  and its Epistemic Strategies ». Enfin, en cours de rédaction, j'ai testé lors de conversations informelles mes conceptions auprès de collègues (en physique) ou par courriel à certains professeurs en physique des particules validant ainsi mes observations auprès des personnes étudiées (point (6) de Schwartz-Shea et Dvora, 2009).

---

7. Au moment d'écrire ces lignes, je n'ai pas désactivé le blogue qui est disponible à l'adresse suivante : <https://fines-neuschild.wixsite.com/blog>. Un regard attentif notera une entrée de blogue pour le 25 juillet 2019. Par facilité et pour l'imiter l'impression de document, j'ai choisi de mettre un lien url et un code QR dans une présentation à la conférence Femmes en physique Canada vers ce blogue où je pouvais facilement déposer une liste de références commentées.



### 3.2.2. Le travail cérébral

Une fois le corpus agrégé, j'ai procédé à l'analyse qui s'est cristallisée autour des trois contextes : la culture organisationnelle départementale, les communications autour d'un projet en physique des particules et les effets des actions du comité D-PHY.

Premièrement, j'ai rédigé, dès juillet 2018, une description du Département de physique de l'UdeM (ses missions, sa démographie, etc.) et j'ai effectué l'analyse de la culture organisationnelle départementale à partir de la grille en trois perspectives (l'intégration, la différenciation et la fragmentation) développée par Martin (2001). Deuxièmement concernant les pratiques de recherche, j'ai mobilisé le concept de culture épistémique pour faire un premier niveau d'analyse. J'ai identifié dans le corpus les stratégies épistémiques de Knorr Cetina (1999) et de Reyes Galindo (2011) et ai identifié de nouvelles stratégies épistémiques. Pour l'analyse sur le comité Diversité physique, j'ai produit une description à partir du corpus puis j'ai amorcé l'analyse thématique à partir des retranscriptions d'entrevues. J'ai utilisé le logiciel *QDA Miner* pour consigner les passages et garder des traces de chacun des thèmes et sous-thèmes. J'ai utilisé les stratégies de Ryan et Bernard (2003) et cherché principalement les répétitions, les métaphores et analogies, les transitions ainsi que les similarités et différences.

Après avoir généré des textes ethnographiques basés sur les observations et relatifs aux trois sous-questions de la thèse, je suis retournée à la question de recherche principale. Autrement dit, je voulais coudre l'ensemble de ces textes ethnographiques à un fil conducteur qui est, dans ce cas-ci, le concept de travail identitaire. J'ai lu et relu les textes ethnographiques et identifiés des illustrations de travail identitaire à partir des thèmes émergeant de la revue de littérature (comme négociation avec l'image stéréotypée du milieu, comme relation entre les individus et leur environnement, dans les transitions personnelles) ainsi que des notions du cadre conceptuel (marqueurs interrogatifs, un modèle dialogique, modes). La Figure 4 présente un exemple du processus de structuration de l'analyse. Ici, j'adopte l'approche itérative phronétique (*phronetic iterative approach*) qui consiste à rassembler, organiser, interpréter, analyser et communiquer méthodiquement les données qualitatives (Tracy, 2019). Citant Srivastava et Hopwood (2009), Tracy (2019) souligne trois questions fondamentales à l'analyse itérative : (1) qu'est-ce que les données me disent, (2) qu'est-ce que je veux savoir, (3) quelles sont les relations dialectiques entre ce que les données me disent et ce que je veux savoir ? Autrement dit, l'approche itérative phronétique consiste à visiter et revisiter les données (données qualitatives émergentes), pour lier le matériel empirique à des perceptions (à travers des théories ou guidé par les questions de recherche) et dont le processus raffine progressivement les interprétations.



et les compromis entre la physique et la communication. J'ai estimé que l'emphase ethnographique devait être empirique plutôt que théorique (décrire et l'analyser des observations plutôt que sur construire ou adapter des concepts). Autrement dit, même si ma démarche ethnographique s'ancre dans la discipline de la communication, l'objet de recherche reste la physique ou ses processus sociaux et organisationnels. Concrètement, j'ai inséré mon chapitre sur la physique « en sandwich » entre les chapitres sur la culture départementale et le comité de diversité créant une transition entre les aspects théoriques en communication et le terrain en physique. Similairement, comme le fond (le texte ethnographique) s'ancre en majorité dans la discipline de la communication, j'ai décidé que la forme (la mise en page) devait être faite par un outil utilisé en physique soit le langage de composition de texte LaTeX<sup>8</sup>. Ce dernier facilite l'écriture et la mise en forme des équations et automatise les références aux sections ou aux citations. En contrepartie, j'ai dû travailler d'arrache-pied pour (1) construire les tableaux en annexe où je présente mes données ethnographiques<sup>9</sup> et (2) formater les références en style APA français.

J'ai choisi dans mon récit ethnographie d'effectuer une manipulation moyenne (ethnographie rehaussée, narrative ou confessionnelle). Je prends part à la narrative, car il s'agit d'un milieu que je connais bien et dont je suis l'une des grandes intervenantes (en diversité et inclusion notamment). Il aurait alors été un mensonge de relater une histoire indépendante de mes perceptions et actions. Je décris ouvertement mes réponses émotionnelles puisque cette thèse porte sur le travail identitaire et dans plusieurs cas, mon travail identitaire. J'ai choisi l'écriture à la première personne du singulier (le « je ») pour être cohérente avec l'aspect personnel et identitaire associé à ma thèse, sauf aux sections 5.1 et 5.2 où j'ai adopté le style d'écriture en physique (dont la rédaction en anglais). En conséquence, je fais face à l'enjeu de faire ressortir dans le texte plusieurs voix autres que la mienne. J'ai porté une attention particulière à (1) insérer des citations tirées de la documentation que j'ai épluchée, (2) faire intervenir l'enregistrement d'une conférence, et (3) appuyer mon chapitre sur le comité Diversité Physique sur une dizaine d'entretiens de recherche. J'ai présenté diverses voix à travers les images qui parsèment le texte où j'ai choisi des images aux styles variés (photographies, dessins, affiches, diapositives, graphiques, etc.) et de sources variées.

---

8. Dans les faits, j'ai rédigé la grande majorité du texte dans un logiciel de traitement de texte standard ce qui a facilité les processus de corrections et de révision. Lorsque des chapitres étaient rendus à l'étape des corrections mineures, je les ai traduits et transférés en LaTeX au fur et à mesure.

9. J'ai constaté que les tableaux en physique ont souvent un élément par cases alors que je voulais plutôt y insérer des paragraphes de texte.

### 3.2.4. Réflexions sur les enjeux associés à l'ethnographie « chez soi » pour cette recherche

En conclusion à ce chapitre sur la méthodologie, je voudrais faire un retour sur des enjeux associés à l'ethnographie « chez soi » concernant cette recherche dont les trois défis recensés par Karra et Phillips (2008) : le manque de distance critique, les limites aux découvertes fortuites et les conflits de rôles.

Voyons comment j'ai su conserver une distance critique en créant notamment des pauses et ruptures. D'une part, je me suis assurée de passer au moins une journée par semaine dans le bureau du Département de communication (rôle de chercheure) et vers la fin de la thèse la situation s'était naturellement inversée alors que je ne passais plus qu'un jour par semaine dans les locaux en physique<sup>10</sup>. J'ai aussi eu une pause de cinq mois (de mars à août 2016) de la recherche et de l'organisation étudiée lors de la naissance de mon enfant. D'autre part, Alvesson (2009) stipule qu'en plus de créer des pauses, le fait d'être une personne marginale (une minorité de genre, d'ethnicité) plutôt que conventionnelle offre un meilleur rendu de l'ethnographie « chez soi ». Dans mon cas, je suis une femme dans un milieu à prédominance masculine et l'une des seules ayant un ou plusieurs enfants à charge. Comme le résume Alvesson : « L'ethnographie "chez soi" n'est pas pour la personne conventionnelle dans l'organisation qui désire se conformer aux normes et être loyale » (Alvesson, 2009, p.170)<sup>11</sup>. Enfin, considérant que mon regard est teinté par les enjeux de sous-représentation des femmes et des groupes historiquement marginalisés en sciences, j'ai plutôt eu à travailler à adoucir mon regard et appréhender les aspects positifs d'une culture que je voulais améliorer par la critique constructive.

Considérons plus spécifiquement les stratégies d'Alvesson (2009) présentées à la section 3.1.4. J'estime que combiner les disciplines de physique et de communication, qui s'identifient en général aux positionnements épistémologiques positivistes et constructivistes, est un exemple d'usage de théorie défiant le sens commun (stratégie 2). Tel que décrit dans l'analyse du matériel empirique (section 3.2.2), j'ai analysé la culture organisationnelle selon les trois perspectives complémentaires de Martin (2001) et j'ai scruté trois contextes différents (les conférences, le projet de recherche en physique des particules et le comité Diversité Physique). J'estime ainsi avoir un répertoire suffisamment large pour interpréter de diverses manières le matériel empirique (stratégie 3). User de réflexivité consiste à réfléchir comment la présence de l'ethnographe et les techniques de recherche teintent le corpus de recherche : il s'agit d'être

---

10. Jusqu'à ce que la pandémie de COVID-19 frappe le Québec en mars 2020 et que s'impose le télétravail.

11. Citation originale : « At-home ethnography is not for the mainstream, organisational person eager to conform to workplace norms and be loyal. »

très sensible aux éléments omis. À cet effet, j'ai varié les sources pour mon corpus en mobilisant une quantité considérable de documentation, en prenant des notes dans des contextes naturels comme les conférences, et en portant une attention particulière à la mutivocalité et à rendre explicite les silences dans les discours organisationnels (stratégie 4). Enfin, j'ai choisi la notion de travail identitaire pour lier la thèse ensemble ce qui m'oblige à travailler explicitement avec le caractère processuel de mon identité de chercheure et de participante (stratégie 5).

Karra et Phillips (2008) ont relevé que l'ethnographie en contexte familial limite les découvertes fortuites et pose des questions de représentativité. J'espère que le caractère original et audacieux de cette recherche bidisciplinaire permette quelques découvertes fortuites. À savoir si le contexte est représentatif des types de dynamiques étudiées, je réponds que l'usage de multiples sources et d'une analyse en trois perspectives offre une vision complexe et détaillée de l'organisation et surtout, j'admets que ce texte ethnographique reflète ma vision teintée par mes identités et expériences personnelles. Enfin, Alvesson (2009) souligne que les ethnographies « chez soi » sont particulièrement pertinentes dans les recherches sur les universités et les études supérieures.

Les doubles rôles de membre et d'ethnographe peuvent créer des conflits de rôles de même qu'entretenir un flou sur ce qui consiste une observation de recherche ou non. Je dois admettre qu'à de multiples reprises, j'ai effectué des blagues en disant devant une situation cocasse se déroulant par exemple en réunion du comité Diversité Physique « Ça sera beau dans ma thèse. » et qu'on me réponde « C'est vrai, tu es toujours en train de nous étudier. » Je jouais sur l'ambiguïté entre les deux rôles alors que personnellement, j'avais choisi dans ces réunions d'adopter le rôle de participante plutôt que de chercheure et conséquemment que je n'intégrerais pas ces discussions de cette manière-là<sup>12</sup>.

Enfin, en plus de négocier les enjeux associés à l'ethnographie « chez soi », le « chez soi » a été mouvant selon une évolution temporelle et intellectuelle. D'une part, la culture du

---

12. Ce genre de situation ambiguë rappelle les dix mensonges de l'ethnographe proposés Fine (1993). Trois d'entre elles concernent l'attitude de l'ethnographe avec les membres de la communauté et servent de pistes de réflexion à l'enjeu de conflits de rôles. Premièrement, Fine (1993) rapporte que l'ethnographe crée souvent une illusion de **gentillesse** et d'**amicalité** envers les membres de la recherche. Heureusement, ces deux attitudes mensongères ne s'appliquent pas particulièrement pour les ethnographies « chez soi », car les membres de l'organisation connaissent déjà la personne. S'il y avait effectivement une attitude plus sympathique, ça serait noté comme un changement de comportement bizarre. Deuxièmement, l'**honnêteté** consiste à ne pas dire l'histoire complète à propos de l'étude. Dans mon cas, j'ai été très ouverte à propos de mes études doctorales bidisciplinaires et ça s'est rapidement su au Département. Lorsque je rencontrais des personnes qui m'étaient inconnues dans des colloques étudiants par exemple, j'étais transparente, je me présentais comme faisant un doctorat bidisciplinaire en physique et communication sur la culture départementale et je répondais à l'ensemble de leurs questions s'il y en avait. À quelques reprises, j'ai été contactée par des personnes qui avaient entendu parler de mon projet et qui m'invitaient à en parler personnellement ou durant un colloque étudiant.

Département de physique n'est plus celle que j'ai connue à mon arrivée, d'autre part, j'ai négocié et renégocié mes identités comme je le décris dans les prochains chapitres.

# Chapitre 4

---

## Le Département de physique comme lieu de construction identitaire

*We also need to kill the myth that Marie Curie was the one and only woman working in the field – a sort of gender aberration.*

Marelene F. Rayner-Canham et Geoffrey W. Rayner-Canham, 1997<sup>1</sup>

*Nous sommes en septembre 2019, les membres de l'administration du Département de physique de l'Université de Montréal sont fébriles. Depuis quelques jours, le Département vient d'être temporairement scindé en deux par un déménagement cahoteux vers un nouveau campus des sciences. Les cours de premier cycle se donnent au nouveau campus alors que la construction des bureaux du personnel enseignant n'est pas encore complétée. La direction et les professeurs font la navette entre les deux lieux. Les étudiants et étudiantes des cycles supérieurs se préparent en vidant graduellement les bureaux. La description qui suit explicite la culture organisationnelle telle que vécue dans les anciens locaux, ceux que le Département aura habités pendant plusieurs décennies, ceux que j'ai connus à mon arrivée, il y a maintenant dix ans.*

---

1. Marelene F. Rayner-Canham et Geoffrey W. Rayner-Canham sont retraités la Memorial University, campus Grenfell situé à Corner Brook à Terre-Neuve. Elle et il ont écrit ensemble cinq livres sur la vie et les contributions de femmes scientifiques pionnières dont *Harriet Brooks : Pioneer Nuclear Scientist* (1994), *A Devotion to Their Science : Pioneer Women of Radioactivity* (1997) et *Pioneering British Women Chemists : Their Lives And Contributions* (2019). Marelene F. Rayner-Canham a travaillé au Département de physique de 1985 à 2003 comme auxiliaire d'enseignement puis comme instructrice de laboratoire. Geoffrey W. Rayner-Canham a été professeur de chimie de 1975 à 2020 et a développé et enseigné le cours « Women and Science ». Il dit : « Being at the Grenfell Campus gave us the freedom and encouragement to focus upon the history of women in science » (courriel, Janvier 2021).

Dans ce chapitre, je vise à observer comment la construction identitaire et l'appartenance au milieu se manifestent à travers la culture organisationnelle d'un Département de physique. Ainsi, je commence par une présentation générale du Département de physique à travers ses orientations de recherche et d'enseignement, sa population, la configuration des lieux et certaines manifestations externes de la culture organisationnelle tel le code vestimentaire. Découlant d'une première analyse de la culture organisationnelle, j'interprète le corpus pour en faire ressortir les manifestations de travail identitaire collectif, individuel et de rôle (Caza et al., 2018).

## 4.1. Présentation d'un Département de physique

### 4.1.1. Les sous-disciplines en physique et à l'Université de Montréal

Quelle ne sera pas ma surprise lors de l'entrée au baccalauréat spécialisé en physique de découvrir que la physique n'est pas un bloc monolithique et qu'à l'Université de Montréal, la physique se divise en six sous-disciplines qui sont : l'astrophysique, la matière condensée, la physique des particules, la physique des plasmas, la biophysique et la physique médicale. Tel le bruit de fond cosmologique, la physique se conceptualise selon plusieurs couches de résolution. À basse résolution, la physique semble être un ensemble uniforme. Puis, à une seconde échelle, certaines structures émergent, par exemple les six sous-disciplines du Département de physique de l'Université de Montréal. Et de plus près, la physique se déploie en une diversité de champs de recherche et de méthodologies qui diffèrent selon les expertises des groupes et des institutions.

Bien que la physique soit une discipline restreinte aux frontières et problèmes bien tracés (Pantin, 1968), il n'y a actuellement pas de catégorisation standardisée de la physique en sous-disciplines. Si l'on regarde l'encyclopédie en ligne Wikipédia, le dépôt d'articles ArXiv, ou les autres Départements universitaires, on notera différentes catégorisations. Selon le site internet du Département de physique de l'Université de Montréal, on trouve « cinq groupes de recherches structurés » en plus d'une spécialisation en physique médicale. Seul un professeur du Département œuvre en physique médicale, les autres physiciens médicaux sont employés au Centre hospitalier universitaire de Montréal (CHUM). Les cinq groupes de recherche varient en taille (de trois à dix personnes). (1) En astrophysique, certains thèmes de recherche sont l'instrumentation, l'astronomie exoplanétaire, la physique solaire, l'astrophysique stellaire, ainsi que l'astronomie galactique et extragalactique. (2) En matière condensée, des recherches s'effectuent sur les semiconducteurs, les multicouches nanostructurées, l'implantation d'ions, les défauts dans les matériaux et les systèmes désordonnés. (3) En physique



des plasmas, état pour lequel un gaz est ionisé, on étudie des propriétés des plasmas froids et on propose de nouveaux procédés pour la gravure nanométrique, l'optoélectronique, souvent en partenariat avec l'industrie. (4) En biophysique, les membres du groupe visent à mieux comprendre certains mécanismes d'action des protéines. (5) En physique des particules, les professeurs<sup>2</sup> travaillent sur la découverte de particules supersymétriques, la détection directe de matière sombre, le développement de détecteurs de particules, l'application de la théorie des champs à la cosmologie ainsi que la phénoménologie en violation charge-parité (CP). Notons que le sujet de recherche de cette thèse se situe en physique des particules sous une perspective phénoménologique de la violation CP comme il sera décrit au chapitre 5. Dans chacune des sous-disciplines, les chercheurs et chercheuses mettent l'accent sur l'expérimentation ou la théorie.

#### 4.1.2. L'enseignement au Département de physique

Au premier cycle, le Département de physique offre comme programmes : une mineure, une majeure, un baccalauréat en physique, un baccalauréat en physique-informatique et un baccalauréat en mathématiques-physique. La première moitié du parcours type au baccalauréat est composé de cours obligatoires ; les cours à option et de spécialisation sont proposés à partir de la quatrième session. La majorité des cours se donne de manière magistrale. En général, les professeurs et professeures retranscrivent leurs notes au tableau ou utilisent un diaporama. Les étudiants et étudiantes interviennent à l'occasion pour demander une spécification, et prennent des notes manuscrites, car les logiciels de traitement de texte intègrent mal les équations et les lettres grecques. Aux heures de cours s'ajoutent des périodes de travaux pratiques qui font partie intégrante du cours. Ici, les auxiliaires d'enseignement résolvent des problèmes au tableau. Les étudiants et étudiantes retranscrivent la démarche dans leurs cahiers et doivent rendre, chaque semaine, des devoirs qui consistent à résoudre des problèmes sur plusieurs pages manuscrites. Les évaluations mi-trimestrielles, les « intras », ainsi que les examens finaux misent aussi sur l'aptitude à résoudre des problèmes. Enfin, les étudiants et étudiantes au baccalauréat suivent jusqu'à quatre cours de laboratoire en physique numérique ou en physique expérimentale. Ces cours sont notés à partir de rapports d'expérience et tendent à reproduire la structure d'un article scientifique.

Aux cycles supérieurs, sont disponibles une maîtrise et un doctorat en physique. Les étudiants et étudiantes assistent à trois cours répartis sur deux à trois sessions. Ces cours incluent des devoirs, des examens à domicile ainsi que des présentations orales sur des recherches scientifiques. Considérant que la scolarité occupe moins de la moitié du parcours aux études supérieures, une part importante de l'enseignement se fait à l'extérieur de la salle de classe.

---

2. J'emploie le masculin dans la mesure où les neuf professeurs en physique des particules sont des hommes.

L'apprentissage s'effectue en un système de mentorat et où un jury supervise l'ensemble du processus d'évaluation. Le Département insiste à ce que l'étudiant ou l'étudiante aux études supérieure soit à plein temps et assure une présence sur le campus. À cet effet, le Département de physique a adopté une politique de financement qui oblige leur rémunération à partir d'une bourse gouvernementale ou des subventions de recherche des professeurs. Ceci a l'effet de restreindre le nombre d'étudiants et étudiantes supervisées et produit de grandes variations dans la taille des groupes de recherche (allant d'une à deux personnes à une trentaine) en fonction du financement de la recherche. En général, les professeurs et professeures rencontrent individuellement leurs étudiants et étudiantes, chaque semaine, et plusieurs organisent en complément des rencontres hebdomadaires de leur groupe de recherche pour échanger sur la progression des projets en cours.

Les cours de premier cycle sont tous donnés en français. De même, les notes de cours sont en français alors que les manuels de référence sont habituellement en anglais. Comme plusieurs étudiants et étudiantes aux cycles supérieurs ne maîtrisent pas le français, pour les accommoder et afin d'éviter un exode vers les cours de l'université anglophone voisine, certains cours se donneront en anglais. Plusieurs visions concernant la langue d'enseignement se côtoient au Département. Diverses soulignent qu'il faut favoriser le français comme langue de travail, les plus vocaux déclarent qu'il faut maîtriser l'anglais le plus tôt possible et d'autres murmurent qu'il s'agit d'une épineuse question.

#### **4.1.3. La population départementale**

Le Département de physique classe ses membres en six grands groupes : les professeur·e-s, les chargé·e-s des cours, les étudiant·e-s de cycles supérieurs, les étudiant·e-s de baccalauréat, le personnel administratif ainsi que le personnel de soutien recherche. Le Département est composé d'une trentaine de professeurs et de cinq professeures (dont trois embauchées après 2013) ainsi que d'une vingtaine de professeurs émérites et honoraires<sup>3</sup>.

En janvier 2021, il y avait 246 étudiants et étudiantes inscrites aux études de premier cycle : 136 au baccalauréat en physique, 90 dans les baccalauréats bidisciplinaires et 20 dans les programmes de mineures et de majeure. Aux cycles supérieurs, 66 étudiants et d'étudiantes étaient inscrites à la maîtrise et 67 au doctorat. La PHYSUM (Association des étudiants et étudiantes en physique de l'Université de Montréal) rassemble les étudiants et étudiantes des trois cycles d'études. Cette association délègue des porte-paroles aux comités et aux

---

3. L'ensemble des professeurs retraités sont des hommes, d'où le choix du masculin. De plus, plus du tiers d'entre eux ont toujours un bureau à l'université, malgré leur statut de retraité.

assemblées départementales ; elle chapeaute un café étudiant, organise des activités sportives et sociales tels un symposium étudiant et un concours de film.

Dans l'administration, l'adjoint au directeur et la technicienne en coordination du travail de bureau assurent le fonctionnement général du Département. Deux techniciennes veillent à la bonne gestion des dossiers étudiants. Deux techniciennes en administration gèrent les fonds de recherche. Sept techniciens assurent l'entretien des laboratoires, des accélérateurs ainsi que l'observatoire et deux techniciens opèrent les ateliers de mécanique. À l'observatoire, lieu reclus, deux cuisinières préparent les repas pour les étudiants et étudiantes qui y travaillent. Une demi-douzaine d'analystes en informatique offre assistance à la communauté du Département quant aux serveurs locaux et aux systèmes informatiques. Concernant le personnel de soutien recherche, le Département comporte une douzaine d'agents et agentes de recherche, quatre coordonnatrices ainsi que quatre post-doctorantes et six post-doctorants.

Présentons le portrait démographique du Département. La proportion de femmes est de 20 % au baccalauréat, de 20 % aux cycles supérieurs et de 17 % au niveau professoral. Cette proportion fluctue selon les sous-disciplines<sup>4</sup>. La population départementale est diverse en termes d'âge ; les étudiants et étudiantes de vingt ans côtoient des professeurs de plus de soixante-dix ans. Les membres du corps professoral sont originaires du Québec, du Canada, d'Europe et d'Asie de l'Ouest. Les étudiants et étudiantes au baccalauréat sont en majorité d'origine québécoise.

#### 4.1.4. La configuration des lieux

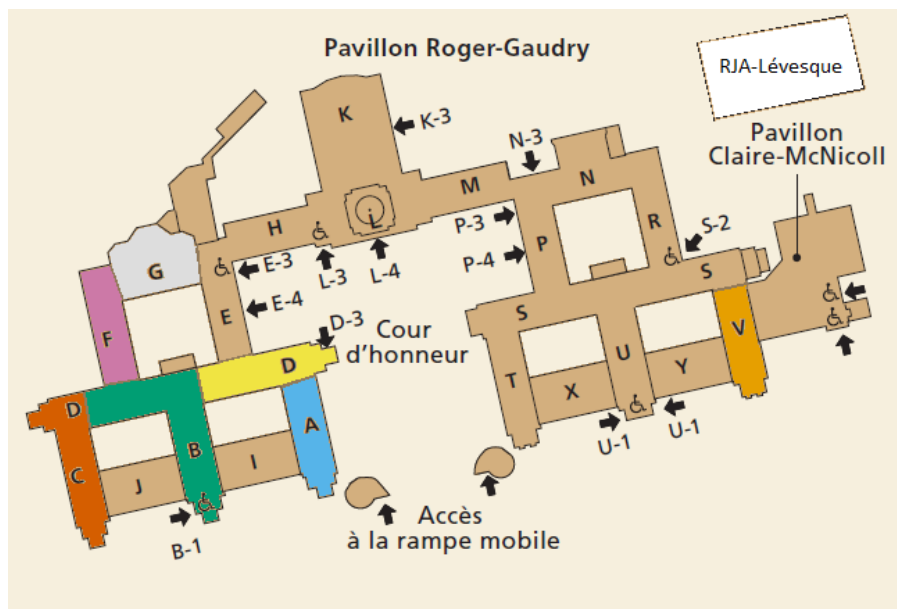
Le Département de physique est situé en quatre pôles (voir Figure 5). En fait, le Département a déménagé en 2019 vers un nouveau campus, ce qui aura regroupé les sous-disciplines au même endroit à l'exception des recherches associées aux accélérateurs de particules, qui elles, n'ont pas déménagé. Le déménagement s'est fait de juin 2019 (déplacement des laboratoires et activités d'enseignement) à novembre 2019 (fermeture des anciens bureaux des cycles supérieurs). Je décris les anciens locaux, car c'est ceux dans lesquels j'ai vécu la grande majorité de mon parcours.

Le pôle le plus important est celui où se trouvent les bureaux de l'administration et le local de l'association étudiante (D, en jaune), trois locaux de réunions (D, en jaune et rouge), les salles de cours de laboratoires (C, D, en rouge), les groupes d'astrophysique (B, D, F, en vert et mauve) et de la physique des plasmas (F, en mauve). Le groupe de matière condensée est séparé en deux endroits : celui près de l'administration regroupe les laboratoires d'optique et

---

4. Au moment de cette recherche, la sous-discipline de l'astrophysique est plus féminisée que la moyenne avec 27 % au niveau professoral et 29 % aux études supérieures.

les chercheurs en numérique (A, en bleu clair), l'autre, beaucoup plus petit, se situe dans un autre pavillon et où se trouvent deux accélérateurs de particules (RJA, en blanc). Le groupe de physique des particules est aussi scindé en deux : une partie travaille avec l'accélérateur et la salle blanche tandis que les autres (théorie et les simulations numériques) ont leurs locaux (V, en orange) à une dizaine de minutes de marche de l'administration principale. Le Département possède deux ateliers. L'un d'eux est situé dans l'étage inférieur à celui de l'administration principale (G, en gris) tandis que l'autre est situé dans une salle adjacente aux accélérateurs de particules (RJA, en blanc). Les locaux de recherche en biophysique et en physique médicale sont dispersés entre les pavillons de physique et les centres de recherche spécifiques à leurs objets de recherche. Ainsi, le Département est éparpillé, mais la grande majorité des locaux se situent dans un rayon de 500 mètres.



**FIGURE 5.** Localisation des principaux lieux du Département de physique.

Plusieurs éléments ornent les corridors de ces espaces. Les plus imposants sont les affiches de recherche conçues par des étudiants et étudiantes afin d'être présentées en conférence. Parfois, le directeur de thèse ajoute une note stipulant que l'affiche en question a remporté un prix. Les murs sont aussi décorés d'affiches de promotion de conférences scientifiques. Dans le corridor attribué au groupe de physique des particules (GPP), six affiches présentent les recherches ayant obtenu un prix Nobel entre 2007 et 2013. Voisin à l'administration départementale, quelques plaques murales affichent les prix d'enseignement et les bourses prestigieuses obtenues tant par les élèves que les professeurs et professeures. Non loin se trouve aussi une affiche promotionnelle pour la bourse Marie-Curie et quelques mètres plus loin, une affiche pour le concours Excellence Science. Plusieurs membres du Département décorent leur porte de bureau. Le personnel enseignant y affiche des articles faisant la promotion de ses travaux.

Souvent, l’affichage sur les portes est une accumulation de quelques bandes dessinées de type *comics* présentant un gag. Deux des salles de classe et de réunion réservées au Département sont décorées, l’une avec des affiches de 2007, année internationale de la physique, l’autre avec les portraits des anciens directeurs du Département.

En entrant dans le local de l’association étudiante, on est accueilli par un dessin de Max Planck assis à son bureau, une horloge numérotée de (102 – 101),  $\sqrt{4}$ , 198/66, ... à  $6 \cdot 2$  et une affiche de la campagne électorale fédérale de 2016. Ce local est meublé de tables de travail et de fauteuils dans le but de créer un espace de travail ou de détente. Les devoirs se font souvent dans des salles de classe vides ou dans le local de l’association étudiante. Sur l’un des murs sont inscrites une vingtaine d’équations normalement apprises au cours du baccalauréat en physique. Une feuille de papier accrochée au plafond devant la fenêtre porte l’inscription « inspiration divine », auquel on a ajouté une photo d’un étudiant qui a la réputation d’être fortement doué en physique. Les étagères contiennent des manuels de physique, mais aussi les éditions du livre *Les citations de la Planck* un cahier que les étudiants remplissent avec des blagues de physique, et des propos qui sous-tendent des quiproquos offensants<sup>5</sup>.

La plupart des sous-disciplines ont leur propre salle à manger munie d’une machine à café, un micro-ondes, un réfrigérateur ainsi qu’une ou plusieurs tables. Les usages varient. Dans certains cas, les membres dînent autour d’une même table alors que dans d’autres, la cafétéria reste vide alors que chacun dîne dans son bureau. Enfin, la bibliothèque<sup>6</sup> affiliée au Département de physique se trouve plusieurs étages au-dessus de l’administration principale. Elle est relativement peu fréquentée par les membres du Département. Les étudiants et étudiantes au baccalauréat fréquentent plus assidûment le local d’informatique attitré au Département afin de « rouler » les simulations du cours de physique numérique.

#### 4.1.5. Le style vestimentaire

Comme le soulignait Traweek en 1988, les physiciens arborent un style décontracté comprenant habituellement des souliers confortables, une paire de jeans et un chandail confortable. Autrement dit, « they disdain any clothing that would distinguish them from each other » (1988, p. 25)<sup>7</sup>. Au Département de physique, la plupart des étudiants et étudiantes portent

---

5. À sa lecture, j’ai noté des propos ironiquement racistes, sexuels, sexistes, violents, élitistes et non inclusifs.

6. Deux autres bibliothèques ont existé au département. La bibliothèque de physique nucléaire a été fermée il y a un peu plus de 2015, la numérisation des articles ayant contribué à rendre caduque leur version papier. Le contenu se trouve maintenant accessible seulement sur demande. Ce local a été converti en salle de réunion. La bibliothèque d’astrophysique a aussi connu une transformation. Un réfrigérateur, un micro-ondes et une machine à café ont été ajoutés pour « manger avec les livres ».

assidûment des vestes molletonnées produites par l'association étudiante. Ces vestes présentent, à l'arrière, le logo de l'association étudiante et à l'avant une inscription du mot « physique » impliquant des symboles physiques comme  $\hbar$ . Ces vestes sont omniprésentes découlant du fort sentiment d'appartenance des cohortes à la physique, mais aussi par la douceur et le confort du vêtement. Dans la photographie (Figure 6), prise lors d'un colloque étudiant, on remarque au moins trois « vestes physique » tandis que l'une des étudiantes à l'arrière porte un chandail ample et confortable. Ce même style vestimentaire s'étend aussi au personnel administratif. En effet, une technicienne des dossiers étudiants s'est procuré une « veste physique » et une technicienne en administration porte régulièrement un ample sweatshirt de l'Université de Toronto. Plusieurs physiciennes ont adopté cet accoutrement unisexe et décontracté. Un jour, une étudiante au doctorat raconte que son conjoint lui a conseillé de s'habiller chic. Elle lui a répondu que ce n'était pas nécessaire considérant la manière dont les professeurs étaient habillés. Son directeur par exemple « porte des chemises hawaïennes avec des sandales brunes ».



**FIGURE 6.** Pause repas d'un colloque étudiant en 2015 (courtoisie d'Anne Boucher)<sup>8</sup>.

Rejetant comme groupe le chic vestimentaire, cela se reflète aussi dans la mosaïque étudiante où il y a une diversité de styles et, souvent, un rejet du costume d'apparat. Cela a débuté en 2008 par des coiffures farfelues, une coiffe de pharaon ou un visage blanchi par le maquillage. Se sont ajoutés des accessoires comme un écureuil empaillé, des chaussettes tricotées, un

7. À la sortie d'une conférence sous-départementale en octobre 2018, j'ai constaté que deux professeurs marchant côte à côte étaient habillés à l'identique d'une chemise bleue à rayures verticales, d'un pantalon beige, d'une ceinture et de souliers bruns en cuir.

8. Prise lors d'un colloque étudiant en physique, les participants et participantes avaient consenti à la diffusion de cette photo et de celle à la Figure 8 au moment de leur inscription.

monocycle, deux chats et quatre dinosaures. En 2016, soit huit ans plus tard, les toges ont commencé à disparaître remplacées par un torse nu ou des vêtements propres à la personne. La Figure 7 présente la mosaïque de 2018. La moitié des photos du baccalauréat et de la maîtrise sont non-conventionnelles. L'un des éléments communs aux accessoires présentés sur les mosaïques est qu'ils réfèrent aux intérêts personnels des individus. En contrepartie, une technicienne aux dossiers étudiants faisait la remarque que « les étudiants au doctorat semblent vouloir conserver un certain sérieux ».



FIGURE 7. Mosaïque étudiante de la promotion 2018.

#### 4.1.6. Les occasions de rencontre

Le Département de physique est typique des villages anthropologiques modernes : il est composé de membres habitant un espace plus vaste que ses locaux, il comporte de multiples interactions avec d'autres organisations, en somme, la manière dont l'organisation se vit est diffuse en temps et en espace. Outre l'enseignement et la recherche, plusieurs activités réunissent ces différentes populations. L'assemblée départementale définit les orientations du Département et les mandats des divers comités et semble dirigée par les professeurs, les professeures et le directeur. Il y a deux types d'assemblée départementale : l'une est ouverte à l'ensemble de la population départementale et la seconde est réservée au corps professoral.

Certains comités comptent des membres étudiants et du corps professoral et abordent, par exemple, les enjeux des études ou du recrutement. C'est ici que s'intègre le comité Diversité Physique dont il sera question au chapitre 6. Brièvement, ce comité a pour objectif d'augmenter la visibilité des groupes minoritaires (genre, origine ethnique, orientation sexuelle)

et de faire du Département un espace plus inclusif. D'autres comités, tels les comités d'embauche sont réservés au corps professoral. Le Département produit aussi sporadiquement un journal, *L'Interaction*, les articles traitent des embauches, des départs à la retraite, des activités étudiantes, en plus de lister les bourses obtenues ainsi que les mémoires et thèses complétées.

Les conférences au Département sont un événement phare de la vie départementale. Les conférences incluent les missions d'enseignement et de recherche, les six sous-disciplines y sont impliquées et l'ensemble des membres du Département y sont conviés. Aussi, les conférences sont circonscrites en temps (une heure en général) et en espace (un local où l'on se rassemble). Dans son aspect de performance, la conférence explicite certains aspects de la culture organisationnelle et ces valeurs véhiculées ont une grande visibilité. Il existe trois types de conférences au Département : les conférences départementales, les conférences sous-disciplinaires et les conférences étudiantes (résumées dans le tableau 3). La conférence départementale hebdomadaire, dite « du vendredi », s'adresse à l'ensemble des membres du Département. La participation varie entre 30 et 120 participants et participantes (environ 10 % et 40 % de la population départementale). Un professeur<sup>9</sup> assure l'organisation du calendrier et incite ses collègues à inviter des scientifiques « seniors ». Cette conférence est la plus prestigieuse et sert de référence (d'idéal) aux autres. Les conférences étudiantes sont organisées pour et par la communauté étudiante. Durant les sessions de cours, les étudiants et étudiantes des cycles supérieurs présentent leurs travaux aux « gens du bac » (conférences FlashBAC). L'été, les stagiaires de recherche organisent leurs propres conférences hebdomadaires. La conférence sous-disciplinaire s'adresse aux membres des groupes de recherches concernés<sup>10</sup>. Elle est organisée par un professeur qui invite des spécialistes de leur sous-discipline à présenter leurs travaux. La fréquence varie selon les sous-disciplines : alors que dans le groupe d'astrophysique et de matière condensée les conférences sont hebdomadaires, au Groupe de physique des particules (GPP), ces conférences ont lieu de manière ad hoc selon la disponibilité des conférenciers et conférencières<sup>11</sup>. Chaque sous-discipline organise des séminaires spécialisés et des clubs de lecture selon des formats différents. La participation à ces activités est fortement encouragée. Ainsi, le *Guide de l'étudiant aux cycles supérieurs* stipule que « l'étudiant est tenu d'assister à tous les séminaires de [sa] spécialisation ».

Pour avoir une idée de la manière dont se déroulent les conférences, voici une vignette ethnographique. Bien que plus rare (environ 10 à 20 % du temps), j'ai choisi de mettre en

---

9. Depuis l'instauration du Département, aucune professeure n'a assuré ce rôle.

10. Je reviendrai sur la conférence sous-disciplinaire au chapitre 5 en prenant un exemple concret de conférence et une analyse de la retranscription de la période de questions.

11. C'est dans le cadre de ces conférences que s'effectue habituellement le séminaire doctoral, présentation obligatoire pour effectuer le dépôt de la thèse en physique.



**Tableau 3.** Types de conférences et groupes associés.

Type de conférence	Organisé par	Public cible	Statut des personnes invitées
Départementale	Des professeur·e·s	Les membres du département	Professeur·e·s, de préférence invité de l'extérieur du Département
Étudiante	Des étudiant·e·s	La communauté étudiante	Étudiant·e·s
Sous-disciplinaire	Des professeur·e·s	Les membres des groupes de recherche sous-disciplinaires	Professeur·e·s, post-doctorant·e·s et parfois étudiant·e·s gradués

scène une conférencière invitée par une collègue alors que, souvent, elles passent inaperçue ou sont invisibilisées.

*Il est 11 h 25, le local de la conférence, une salle de classe, se vide. On entre par la porte droite et patiente en file pour avoir accès aux biscuits et à du café, ce supplément de sucre nécessaire au travail intellectuel imminent. Les gens discutent joyeusement en petits groupes jusqu'au moment où une professeure du Département demande l'attention de l'assemblée. Elle nous annonce qu'elle a l'honneur de nous présenter la conférencière de la semaine. La maître de cérémonie nous décrit son poste universitaire et son parcours académique. À la fin de la présentation, les gens applaudissent. Les lumières sont éteintes et la conférencière se met à parler.*

*La conférencière est à l'avant et se positionne debout entre l'écran et son ordinateur portable. La présentation est accompagnée d'un diaporama (PowerPoint, Keynote, Beamer ou autre). La conférencière parle dans un microphone et utilise un pointeur laser pour mettre l'emphase sur certains aspects des diapositives. Tel qu'énoncé dans le plan de la présentation, l'objectif de la conférence consiste à présenter des résultats de projets complétés qui sont publiés ou en prépublication. Pour référer aux travaux en cours, les graphiques concernés sont assortis d'un proéminent « Preliminary results » en police rouge.*

*Au cours de la conférence, les gens présents dans la salle suivent attentivement. Leur posture tend à osciller entre (1) une posture où le dos est accoté sur la chaise et les bras sont croisés sur le torse et (2) une posture où le tronc est penché vers l'avant, le coude est sur la table et la main est portée au visage au niveau de la mâchoire (voir Figure 8).*



**FIGURE 8.** Photographie d'étudiants et d'étudiantes assistant à une conférence (courtoisie d'Anne Boucher).

*La conférence comporte peu d'interactions avec l'auditoire. À la vingtième minute, le monologue de la conférencière est interrompu par une question. Celle-ci est courte (moins de 30 secondes) et vise à valider un concept. À la quarantième minute, un professeur pose une question plus longue concernant des précisions sur un graphique de résultats. Je prends de nombreuses notes : cette fois, il n'y a aucune perturbation par des objets dysfonctionnels<sup>12</sup> où par une immiscions des médias universitaires<sup>13</sup>.*

*La conférence se termine après 50 minutes, il reste donc 10 minutes pour la période de questions. Lorsque la conférencière conclut, l'assemblée applaudit. Au même moment, la maître de cérémonie se lève et demande aux gens s'ils ou elles ont des questions. Environ cinq mains se lèvent et la maître de cérémonie désigne alors les tours de parole. Les questions posées et leurs réponses sont brèves<sup>14</sup> : les questions nécessitant plus d'explications sont réservées aux autres moments de disponibilité de la conférencière qui incluent les périodes de*

---

12. Lorsque des objets essentiels à la tenue de l'événement tels l'ordinateur, le pointeur laser, le café, l'écran et le microphone sont dysfonctionnels, ils entraînent inévitablement des discussions.

13. J'ai consigné la situation suivante où la routine de la conférence sous-disciplinaire a été perturbée par le média de l'UdeM : *Avant le début du séminaire, il est discuté entre le conférencier et quelques professeurs qu'une photographie viendra au cours de la conférence pour le journal Forum de l'Université de Montréal. Une vingtaine de minutes suivant le début de la conférence, le maître de cérémonie se lève en voyant la photographe entrer, il lui demande s'il faut s'arrêter. La photographe répond que non. Le conférencier se met à parler plus vite. La photographe sort un de ses appareils et commence à prendre des photos dont les flashes ne laissent personne indifférent. Finalement, on arrête la conférence. Selon mes notes d'observation, c'est « du jamais vu ! » et il y a «  $\approx 40$  flashes » (avril 2015). Malgré les désagréments, le conférencier discute pour donner suite à une question du présentateur. Finalement, la photographe partira et la conférence suivra son cours.*

*repas, les visites des installations ou encore les rencontres individuelles. Entre deux questions, la maître de cérémonie insiste à ce que des étudiants et étudiantes posent une question. Puis, la maître de conférence demande une dernière fois : « Avez-vous des questions ? » et comme la réponse de la salle est négative, elle rappelle qu'il « est alors temps de remercier la conférencière. » Les gens applaudissent et se lèvent, car la conférence est officiellement terminée. Alors qu'on quitte le local, un petit groupe se forme autour de la conférencière pour poursuivre la discussion.*

La conférence étudiante s'inspire de la conférence départementale. Là aussi, il y a une plage horaire hebdomadaire déterminée. L'été, c'est le vendredi après-midi. Durant la session, c'est en début de soirée, après les cours. Le format est similaire, il y a un ou une maître de cérémonie qui fait l'introduction, le conférencier ou la conférencière effectue sa présentation et un temps est alloué à la fin pour la période de questions. Les conférences départementales et étudiantes visent toutes deux à offrir aux cohortes étudiantes de premier cycle un aperçu de la recherche en physique. Les conférences étudiantes existent grâce à la participation bénévole et à un soutien financier de l'association étudiante. Contrairement à la conférence départementale où l'on choisit des collègues qui ont un certain mérite, ici, on accepte tous les volontaires. Les volontaires visent à développer leurs compétences orales et bonifier leurs CV, deux choses d'importance pour viser une carrière académique en physique. Dans ces conférences, on y décrit son projet de recherche – qu'il soit complété ou non. Comme l'orientation théorique du projet est typiquement fournie par les professeurs et professeures, la conférence porte en grande partie sur la manière dont le projet est réalisé. Les étudiants et étudiantes excellent à expliquer la manière d'attaquer leur projet et les étapes de réalisation. La maîtrise de la perspective générale d'un projet se développe plutôt au doctorat ou au postdoctorat et se reflète en conséquence dans les conférences.

## **4.2. La construction identitaire et l'appartenance au milieu au Département de physique : identités collectives, individuelles et de rôle**

Dans cette analyse, je vise à expliciter les manifestations de la construction identitaire et de l'appartenance au milieu dans le Département de physique étudié. À travers la notion de culture organisationnelle et ses perspectives d'intégration, de fragmentation et de différenciation, j'ai organisé mon texte autour du travail identitaire collectif, individuel et de rôle. Selon mes observations, le travail identitaire collectif s'effectue en relation avec des valeurs

---

14. Les individus qui posent des questions longues proviennent soit d'une autre discipline (en philosophie, en radioprotection) ou des gens en marge de la culture dominante en physique. Cela survient à de rares occasions.

et suppositions dites communes, mais qui sont surtout très visibles, principalement transmises à travers les discours, les blagues et l’environnement physique. N’ayant pas le matériel de recherche nécessaire pour scruter un travail identitaire individuel autre que le mien, j’ai observé mon propre travail identitaire et il s’est particulièrement manifesté lorsque je me suis immergée dans un environnement très différent (un colloque de femmes en physique à l’ICTP) ou à travers un changement important et irréversible de ma situation personnelle (la parentalité). Enfin, j’ai voulu observer s’il y avait plusieurs approches à la création d’un environnement diversifié et inclusif et c’est ainsi que le travail identitaire de rôle s’est articulé autour des actions départementales et de l’association étudiante quant à la diversité et à l’inclusion.

#### 4.2.1. Travail identitaire collectif : discours et environnement physique

Alors que plusieurs professions ont leurs images stéréotypées et valeurs associées (*médecin, stéthoscope, sauver des vies*, ou encore, *astronaute, fusée, exploration*), la profession de physicien ou physicienne a aussi sa construction identitaire typique (et stéréotypée). Ici, je présente le portrait tel que perçu de l’intérieur. Ce faisant, il y aura des différences et des ressemblances avec les images stéréotypées culturellement diffusées (par exemple, il n’y aura pas de sarrau ni d’éprouvettes). De cette construction identitaire typique, je présente par la suite trois valeurs à travers lesquelles j’observe du travail identitaire associé à l’appartenance au milieu.

##### 4.2.1.1. *La construction identitaire en physique*

La construction identitaire en physique se fait et se négocie du baccalauréat à la retraite. Dans sa description de la carrière en physique, Traweek (1988) avait capté et rapporté l’essence du cheminement idéal auquel plusieurs membres de la communauté en physique s’identifient encore trente ans après la publication initiale de l’ouvrage. Chaque groupe – cohortes au baccalauréat, aux cycles supérieurs, les post-doctorants et post-doctorantes, les responsables de groupe, les « hommes d’État » (*statesmen*) en physique et les génies – a ses propres caractéristiques dépeintes par l’auteurice comme des inquiétudes. Dans le corpus analysé, j’ai principalement observé des manifestations de la construction identitaire en physique pendant les études au baccalauréat ainsi qu’à la retraite de la carrière professorale.

Commencer à s’imaginer comme un ou une physicienne survient à différents moments pour chaque individu – l’enfance, l’adolescence, lors des études collégiales, etc. – et selon différentes

intensités. Cela dit, le baccalauréat en physique est un passage quasi obligé dans la construction identitaire alors que, pour devenir membre, l'Association canadienne des physiciens et physiciennes (ACP) exige minimalement la détention d'un :

baccalauréat ou diplôme supérieur en physique ou dans un domaine connexe (p. ex., physique appliquée, astronomie, astrophysique), décerné par une université reconnue ;  
l'équivalent de quatre années complètes d'expérience en physique ou dans un domaine connexe d'une nature jugée satisfaisante par le Comité des adhésions et affiliations (ACP, 2021)<sup>15</sup>.

Au baccalauréat, les cours obligatoires du cursus composent une base commune de connaissances qui sont appréciées au point d'être fièrement affichées dans les locaux de l'association et du café étudiant (voir Figure 11). C'est aussi à cette étape que commence la maîtrise sérieuse de la langue anglaise (si ce n'est déjà fait), *lingua franca* de la science et de la physique. Les étudiants et étudiantes qui n'arrivent pas à intégrer ces savoirs adéquatement s'effaceront. En fait, l'attrition au cours de la première année de baccalauréat est importante : moins d'une personne sur deux complétera le programme. Les cohortes étudiantes plus avancées dans le programme communiquent aux recrues que l'achèvement de la troisième session est un moment charnière dans le cheminement étudiant : c'est à ce moment qu'on considère que la personne complétera son parcours et qu'elle n'est plus considérée comme un « inconnu en première [année au baccalauréat] » (Cahier des citations, 2012)<sup>16</sup>. Le baccalauréat en physique est très demandant<sup>17</sup>. Tirées d'un sondage complété en 2015 par 30 % de la population départementale, les principales raisons d'abandon au premier cycle font référence à la difficulté du programme, la charge de travail et le manque d'intérêt. Une étude de la FAE-CUM effectuée en 2017 souligne que les étudiants et étudiantes en physique ont rapporté : (1) investir 50 % plus de temps à leurs études que la moyenne universitaire et (2) travailler moins d'heures par semaines à un emploi à temps partiel. Ainsi, pour persévérer, de nombreux étudiants et étudiantes en physique passent énormément de temps ensemble, en classe et hors classe. Il se crée alors une identité de cohorte qui reflète leurs valeurs communes et où la physique domine largement.

---

15. Aussi, tout « professeur de physique dans une école secondaire, un cégep ou un collège au Canada » a aussi la possibilité de devenir membre de l'ACP, ayant tous les droits et privilèges de l'Association, ces membres bénéficient d'une cotisation réduite (ACP, 2021).

16. C'est à cette session qu'est complété le premier cours de mécanique quantique qui fait parti des bases nécessaires en physique.

17. En plus des quatre ou cinq cours qui nécessitent douze à quinze heures d'enseignement en présentiel par semaine et des heures nécessaires à la complétion des devoirs, les séances de travaux pratiques (d'une à deux heures) sont officieusement obligatoires, car elles présentent du nouveau contenu nécessaire à la réussite du cours : essentiellement de la résolution de problèmes. Il y a donc par session jusqu'à 25 heures par semaine de tâches à effectuer en classe.

Les études en physique mènent à une panoplie d'emplois dans divers milieux comme le jeu vidéo, la médecine, la météorologie, les hautes technologies, la vulgarisation scientifique, etc. Toutefois, les cohortes étudiantes voient principalement des professeurs et professeures d'université à différents stades de carrière. En particulier, la fin de carrière universitaire est particulièrement explicite de l'importance accordée à la physique dans la construction de l'identité alors que plusieurs professeurs de physique du Département n'envisagent pas de quitter le domaine au moment de la retraite comme en témoignent deux extraits du journal départemental :

J'ai envie de souhaiter à [mon collègue] une retraite épanouissante et reposante, mais je crains que le repos ne soit pas sa première préoccupation. Il en est d'ailleurs à terminer un ouvrage de physique atomique et moléculaire et reprend des travaux qu'il avait menés il y a de nombreuses années, mais qui n'avaient pas abouti faute de temps. Avec sa nomination bien méritée comme professeur émérite, je suis prête à parier que nous continuerons à le voir souvent au Département. (Interaction, 2015)

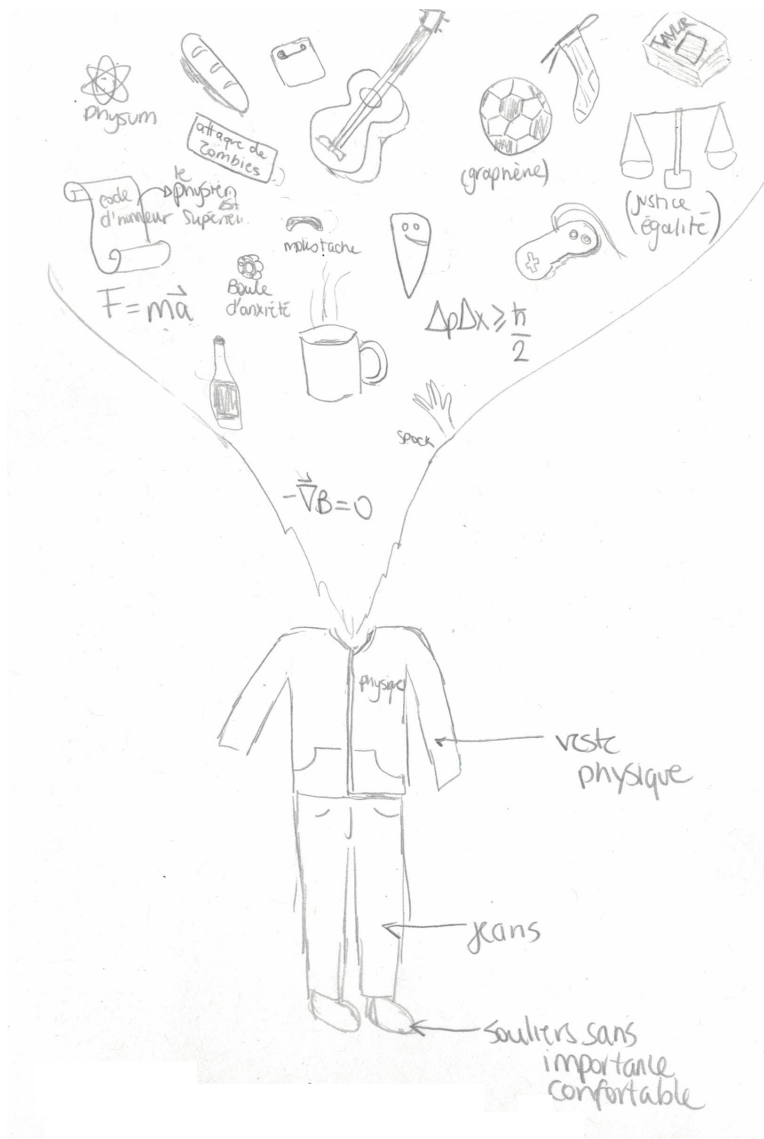
Nous pouvons nous réjouir du fait [que notre collègue] compte profiter de sa retraite pour se dévouer à plein temps à la recherche, et que même s'il se retire de l'enseignement formel, ses contributions à la vie du Département prendront de l'ampleur à d'autres niveaux [...]. Ce n'est donc heureusement pas d'un « adieu » ni même d'un « au revoir » dont il s'agit ici, mais bien d'un amical « à lundi ». (Interaction, 2011)

Ces observations corroborent avec celles d'Hermanowicz, où les professeurs et professeures dans les universités de recherche n'envisagent pas de quitter le domaine au moment de la retraite, qu'ils soient interrogés en début de carrière « [...] I think physicists never retire. If you make them retire, they keep going back to the department. We can't do anything else except physics. » (cité dans Hermanowicz 2009, p. 94) ou en fin de carrière « I might retire. But only if I can still come in and work » (cité dans Hermanowicz 2009, p. 148). Les professeurs retraités sont effectivement présents et ont accès à des bureaux de travail. En voici trois exemples. En 2013, j'ai discuté avec professeur SG<sup>18</sup> qui voulait me laisser ses boîtes et ses cartables. Il avait pris sa retraite vingt ans auparavant et devait maintenant vider son bureau. En janvier 2018, le bureau de professeur SW, retraité depuis 2010, a été réattribué à un enseignant nouvellement recruté. Professeur SW demande d'avoir un bureau. Faute de place, il est relocalisé dans une salle de réunion et en obtient l'usage exclusif. Enfin, professeur PS ayant pris sa retraite il y a plus de 15 ans, m'a confié en août 2018 commencer à considérer vider son bureau puisqu'il ne pensait plus entamer de projets de physique.

---

18. Afin de préserver l'anonymat, toutes les initiales ont été changées.

Il faut voir les conséquences, en termes de construction d'identitaire, de la discipline de la physique comme chronophage. Exigeant une grande présence physique sur le campus au baccalauréat et aux études supérieures, les étudiants et étudiantes ont de nombreuses occasions de rencontres que ce soit durant les pauses de cours, ou durant les périodes entre deux cours. Plusieurs se rejoindront au café étudiant pour discuter où avancer dans les devoirs. À travers ces interactions et discussions, de nombreux thèmes vont devenir des sujets, pratiques ou valeurs communes. Dans le cadre d'un cours sur l'ethnographie organisationnelle, pour lequel j'ai étudié les séminaires au Département de physique, j'ai consigné ma démarche réflexive quant à l'essence de l'identité en physique. Un jour, j'ai dessiné ma représentation de l'étudiant ou l'étudiante en physique que j'avais initialement titrée « Construction identitaire du physicien selon Mirjam » voir Figure 9.



**FIGURE 9.** Construction identitaire du physicien selon Mirjam (17 avril 2015).

Sur cette image, le corps est couvert par une « veste physique », un jeans et des « souliers sans importance », mais « confortables ». La tête est remplacée par un vortex d'éléments conceptuels. Il y a trois équations : la troisième loi de Newton,  $F = ma$ , une des quatre équations de Maxwell,  $-\nabla B = 0$ , et le principe d'incertitude d'Heisenberg,  $\delta p \delta x \geq 0$ . Il y a des éléments propres au Département de physique de l'Université de Montréal, tels le logo de l'association étudiante, le carré rouge représentant la grève étudiante de 2012, le concours annuel de moustaches, le « Taylor », livre obligatoire dans le premier cours de mécanique classique. Il y a des éléments de culture populaire associé à la science et la technologie notamment une référence à Star Trek, aux zombis ou aux consoles Nintendo. Dans les conversations du café étudiant, les courts-métrages, les journaux étudiants et le bulletin départemental, étudiants, étudiantes, professeurs et professeures vont refléter des habitudes typiques à la communauté : la consommation de café et de bière, la valorisation de la « nourriture gratuite » et des sandwichs à bas prix du café étudiant, la maîtrise d'un instrument de musique, la supériorité de la physique face aux autres sciences, l'appréciation des toutous du « Particle Zoo ». Le dessin de la chaussette tricotée est très similaire à ce que j'avais choisi de tenir, au lieu du faux diplôme, dans la mosaïque de finissants de 2012. Autrement dit, les physiciens se distinguent par leurs intellects, leur intérêt pour l'une ou l'autre des sous-disciplines de la physique et non par leur tenue vestimentaire ou leur corps.

Cette image reprend peu d'éléments de la figure stéréotypée du scientifique et du physicien (homme blanc, sarrau, pilosité faciale, absence de cheveux, etc.). Elle découle plutôt, du moins en partie, de la vénération du panthéon de la physique et de la conception de la physique comme fondement des sciences, deux pratiques bien établies dans la discipline, et dans le Département.

#### 4.2.1.2. *La vénération du panthéon de la physique*

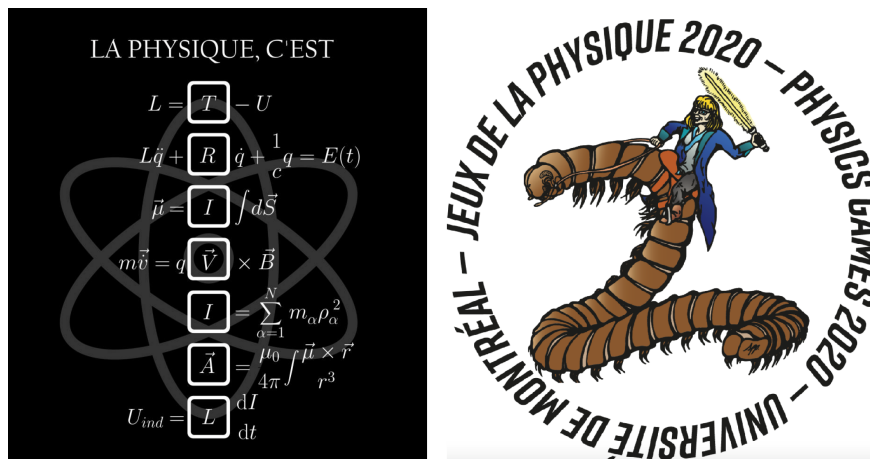
Dans les cours, les professeurs et professeures enseignent les grandes réalisations de la physique et ses acteurs. Hermanowicz (2010) affirme qu'il y a, en physique, une généalogie de quasi-immortels qui sont des modèles d'accomplissement et qui définissent le cheminement académique « paradigmatique ». Ces quasi-immortels peuplent le panthéon de la physique. Dans les manuels, les marges exhibent des physiciens « héroïques » qui, selon Traweek (1988), dictent le modèle à suivre. Les nobélisés parsèment les corridors ou encore la page d'accueil du Département. Les étudiants et étudiantes reflètent ce discours dans plusieurs courts-métrages étudiants présentés au CACOUMADEPUDEM<sup>19</sup>. Les scénarios de plusieurs courts-métrages

---

19. Un concours annuel de courts-métrages amateurs des étudiants de physique de l'Université de Montréal financé par le PHYSUM



sont basés exclusivement sur des concepts et noms de physiciens<sup>20</sup>. Dans *Ne me fais pas de câlins je suis physicien* (2016) le protagoniste conseille que « pour devenir de vrais physiciens, faites vos devoirs assidûment et trouvez-vous un physicien préféré ». Un autre exemple de l'importance des physiciens héroïques survient lors de l'initiation étudiante. L'un des jeux traditionnels, considéré par plusieurs comme un rite de passage, consiste à mettre les recrues à genou dans un grand escalier et à leur demander de nommer des physiciens. Chaque physicien nommé permet de monter une marche (pour une physicienne, c'est deux marches) et le jeu ne s'arrête que lorsque l'escalier est gravi. Les noms sont puisés dans le bassin de grands physiciens qui comprend les récipiendaires d'un prix Nobel de physique. Enfin, dans les codes vestimentaires, en plus des vestes officielles de l'association étudiantes, le comité organisateur des journées d'initiation se crée un chandail qui est ensuite vendu et porté par les étudiants et étudiantes au baccalauréat. Opération répétée chaque année, on y observe une tendance à jouer sur les équations ou certaines notions de physique (chat de Schrödinger, pic de découverte du Boson de Higgs, Boltzman en zombie, déformations de l'espace-temps, etc.), il en est de même pour les logos des Jeux de la physique qui regroupent les étudiants et étudiantes de quatre Départements de physique au Québec (voir Figure 10)<sup>21</sup>.



**FIGURE 10.** Images apposées sur des chandails. À gauche, activité d'initiation 2017, le mot trivial est construit à partir d'équations en électromagnétisme, mécanique classique et mécanique quantique. À droite, jeux de la physique 2020, Donna Strickland (lauréate du prix Nobel de physique de 2019) chevauche un iule et porte un sabre laser.

Ces types d'actions renforcent ce que je nomme « la vénération du panthéon de la physique », qui est en quasi-exclusivité composé d'hommes caucasiens. Bien que les contributions de plusieurs physiciennes parsèment le cursus, elles restent dans l'ombre de Marie Curie, qui représente l'exception, comme le souligne HA :

20. Deux exemples sont Guide de Prononciation (2014) et Éducation physique (2012). Les films mentionnés sont disponibles à l'adresse suivante : <https://www.youtube.com/user/cacoumadepudem>

21. Ces quatre universités sont : Université de Montréal, Université Laval, Université Sherbrooke et Polytechnique Montréal.

Avant de commencer le bac, la seule personne que je connaissais en physique qui était une femme, c'était Marie Curie. Historiquement, quand on me demande : « Est-ce que tu connais une femme dans le monde de la physique ? » je dis Marie Curie. Et je n'étais même pas convaincue que c'était juste de la physique. Pour moi c'était de la chimie, de la médecine.

Le café étudiant présente aussi des indices de la vénération du panthéon. De prime abord, celui-ci se nomme Café La Planck en l'honneur du physicien Max Planck et du jeu de mots associé (la planque). Un dessin représentant une reproduction d'un portrait de Max Planck accueille les visiteurs. De plus, lors des rénovations du café étudiant en 2011, un pan de mur a été repeint avec des équations étudiées en mécanique classique et en relativité restreinte, deux cours de première année de baccalauréat (voir Figure 11). En 2015, les équations de mécanique quantique s'ajoutent sur un deuxième pan de mur. Il est entendu qu'un « vrai physicien », c'est-à-dire ayant complété son baccalauréat, les connaît toutes. Les étudiants et étudiantes vénèrent les physiciens au moins autant que leurs équations. En fait, ces équations (associées à des physiciens relevant du génie) font partie des bases nécessaires à toute personne en physique. Les références aux bases en physique se reflètent en particulier dans les discours des conférences départementales. Puisque les conférences départementales s'adressent à l'ensemble des membres du Département, il est attendu que les conférenciers et conférencières arriment leurs travaux à cette base commune. Pourtant, la cohorte étudiante de première année – très imposante par son nombre – ne possède pas encore les notions de mécanique quantique qui font partie de cette base commune. Dans ce contexte particulier, il arrive alors assez fréquemment que le conférencier ou la conférencière s'adresse directement à ce groupe soit pour signifier que ces notions seront vues bientôt dans le cursus scolaire (et ainsi arrimer ces notions qui semblent complexes à une base commune) ou encore de leur demander de patienter durant cette section théorique de la présentation puisqu'après les résultats sont de nouveau accessible à tous et toutes.

Sans être aussi flagrante que dans le cas du café étudiant, la vénération du panthéon de la physique s'immisce partout : dans les cours, les codes vestimentaires, les conférences, les lettres de recommandation<sup>22</sup>, etc. Cette valeur est internalisée et passe presque inaperçue. Comme négociation, les membres du Département qui agissent à cet effet vont tenter de changer la représentativité des « physiciens dans les marges » alors qu'il y a lieu de questionner son existence même. À titre d'exemple, le comité Diversité physique a proposé une liste de physiciennes de renom à intégrer dans le cursus de cours au collégial dans un but de diversifier les modèles de réussite.

---

22. En physique des particules notamment, il est courant de terminer sa lettre de recommandation en comparant le ou la candidate avec un ou une physicienne de renom : « Cette candidate est comme [nom de physicien.ne] au même âge. ».



**FIGURE 11.** Photographie du comptoir du café étudiant (courtoisie Martine pour Les Rogers).

#### 4.2.1.3. *La conception de la physique comme fondement des sciences*

Les physiciens et physiciennes illustrent notamment à travers l’humour l’idée selon laquelle la physique serait le fondement des sciences. Cette perception prend racine dans les propos d’Auguste Comte (1798-1857) qui a classifié les sciences selon un axe de généralisation allant du plus abstrait au plus concret. Dans l’ordre se trouvent : les mathématiques, la physique, la chimie, la biologie et enfin la sociologie. Pour justifier ce deuxième rang à la physique, une histoire qui circule au baccalauréat stipule que les mathématiques sont plus générales, mais elles ne sont qu’un outil théorique. Par exemple, l’expression « tournage de manivelle » définit les situations où, à partir d’un certain point, certaines équations se résolvent par l’application des règles mathématiques : cela ne nécessite pas de « compréhension ». Ces tâches mathématiques sont perçues comme distinctes de la « vraie physique » qui exige la compréhension et l’intuition pour résoudre le problème. L’usage de l’expression « esclave mathématique » reflète la préséance de la physique sur les mathématiques comme dans le passage suivant tiré d’un journal étudiant :

Pendant les nuits où j’essayais de terminer mes devoirs en butant sur de méchantes intégrales, je me suis plu à m’imaginer avoir un esclave mathématique pour faire le sale boulot. Quelqu’un à qui donner le travail de « tournage de manivelle » pendant que je pourrais me consacrer à l’essentiel : la physique du problème. (Journal étudiant, 2006)

Cette vision de la physique comme une représentation fondamentale de la réalité se retrouve aussi dans certains plans de cours préparés par les professeurs. Les extraits suivants proviennent des sections d'introduction à la matière du cours.

La mécanique quantique est la théorie à la base de l'étude du monde microscopique. Elle est le fondement des sciences de la nature.

La biologie comme les autres sciences naturelles trouve ses fondements ultimes en physique. Depuis le début du XXe siècle, les scientifiques qui se sont intéressés au domaine où la partie la plus fondamentale de la biologie touche à la physique se sont reconnus en tant que biophysiciens.

Dans le premier passage, le professeur aurait pu affirmer que la mécanique quantique était à la base de la physique moderne, mais a plutôt statué que la physique quantique est le fondement des sciences de la nature. Dans le second passage, les « fondements ultimes » de la biologie et autres sciences naturelles proviennent de la physique. Les deux passages reflètent l'idée que la physique serait la base sur laquelle reposent toutes les sciences. De manière plus imagée, Ernest Rutherford, considéré par certains comme le père de la physique nucléaire, aurait affirmé que la science est soit de la physique soit de la philatélie (*All science is either physics or stamp collecting*).

Dans les conférences, le thème de la physique comme fondement des sciences émerge particulièrement dans les blagues qui assaisonnent le discours et les discussions. Lynch (2002) souligne qu'il y a trois catégories d'humour : l'humour de supériorité, l'humour de soulagement et l'humour d'incongruité. Dans les conférences, bien qu'il y ait quelques blagues d'incongruité, celles d'intérêt sont les blagues de supériorité. Elles expriment une attitude où le physicien et la physique sont ou seront supérieurs comme dans l'exemple suivant : « We can't beat the biologists, but we are working on it » (Notes de terrain, janvier 2015)<sup>23</sup>. Ces blagues provoquent une hilarité générale dans la salle et lorsqu'elles sont répétées à de multiples reprises, le conférencier sera ensuite étiqueté comme « bon conférencier ». À noter que lors de mes observations, je n'ai vu aucune physicienne adopter ce type d'humour pour l'ensemble de la présentation. Habituellement, elles feront une blague ou deux sans plus.

---

23. Voici aussi deux exemples où le sentiment de supériorité est flagrant. Un conférencier décrit son passage de la physique théorique à la didactique des sciences. Il raconte que son ancien superviseur de thèse, un nobélisé en physique, s'intéresse à la didactique des sciences et le conférencier le suit dans ce changement de discipline. Son constat : « Les méthodes d'apprentissage actuelles sont ce que la saignée était à la médecine » (Notes de terrain, mars 2019), c'est-à-dire que les méthodes d'apprentissages sont ultra-désuètes. L'humour de supériorité peut aussi s'adresser aux sous-disciplines de la physique. Ici, un jeune professeur, nouvellement arrivé en physique nucléaire par la discipline de la matière condensée numérique, affirme que rien de bon n'a été fait dans ce domaine au cours des soixante dernières années et même : « In nuclear theory, nothing is good, period » (Notes de terrain, janvier 2019). Ici, le constat catégorique et irrévocable provoque le rire dans l'audience.

#### 4.2.1.4. *L'anglais comme langue des sciences*

Enfin, dans le Département étudié la construction identitaire passe par une négociation entre la langue d'usage locale et celle des sciences. Autrement dit, bien que l'anglais soit omniprésent en physique, au Département il doit cohabiter avec le français, car il s'agit d'une université francophone. Tel que souligné à la section 4.1.4, une multitude d'affiches scientifiques – conçues par les étudiants et étudiantes des cycles supérieurs pour être présentées dans des colloques – parent les murs du Département. Plusieurs colloques étant internationaux, la grande majorité de ces affiches sont rédigées en anglais<sup>24</sup>. Comme le soulignent deux étudiantes : « présentement l'anglais c'est la langue, on dirait, de la physique » (MS) ou encore, « je me suis mis dans la tête que la science, c'est en anglais » (MEV). Pour se préparer, plusieurs professeurs et professeures prônent un apprentissage à travers des manuels en anglais. SR souligne dans son plan de cours qu'une version en français du manuel existe, mais il « recommande la version anglaise notamment pour ceux et celle qui trouvent ça difficile [...] vous allez rencontrer des cours plus durs encore et la version française n'existera pas ».

Durant les entrevues de recherche que j'ai effectuées, j'ai demandé pourquoi l'anglais était aussi prédominant en physique. Comme justification, on m'a affirmé que la recherche en physique est très collaborative et qu'il est important d'être capable de communiquer à un grand nombre de personnes. La diversité linguistique des scientifiques fait en sorte qu'il y a une uniformisation dans la langue de transmission entre ces groupes et où la langue commune, c'est l'anglais. KD discute de la diffusion des articles :

[L]a majorité des gens vont chercher les articles en anglais. [...] Et c'est notre devoir de rendre l'article accessible au plus grand nombre de personnes. Je peux m'isoler par exemple sur une montagne et faire mes recherches et développer des théories extraordinaires. Mais je veux les rendre immortelles. Si je fais ça, si je développe mes théories pour moi-même, dès que je meurs, les théories meurent. Même si la physique est vraie, elle peut être découverte par quelqu'un d'autre. C'est un gros risque. Je meurs, tout meurt avec moi. Et tout mon formalisme. [...] On a un besoin de partager notre science.

Au Département, la mondialisation de la recherche se reflète dans la composition de ses membres, en particulier dans la provenance des post-doctorants et post-doctorantes. Sur une dizaine de personnes, seuls deux proviennent du Québec et le groupe est linguistiquement divers : français, anglais, japonais, roumain, iranien, espagnol. On sait qu'en général les membres de ce groupe ne maîtrisent pas le français, étant de passage et impliqué presque uniquement pour la recherche<sup>25</sup>. Néanmoins, leur présence teste les limites de la Politique

---

24. Même si ce n'est pas présenté à un colloque international, on encourage souvent l'étudiant et l'étudiante à adopter l'anglais « pour se pratiquer ».

linguistique de l'UdeM qui vise à « jouer un rôle exemplaire en faveur de la langue française dans le respect des autres langues, et jouer un rôle moteur dans la société québécoise en faisant la promotion du français », comme dans l'exemple suivant.

Un professeur [A] voulant démarrer une nouvelle activité de discussion sur l'actualité en recherche envoie un courriel en français à la liste de diffusion sous-disciplinaire. Un professeur [B] répond le lendemain en soulignant que « I'm writing this in English because not everyone in the [group] speaks French (e.g., some postdocs) » (Décembre 2017) et pose la question sur la politique interne concernant les communications sous-disciplinaires. Devraient-elles se faire en français ou en anglais? Le lendemain, un autre enseignant [C] répond (en anglais) en soulignant que, dans son groupe, trois personnes – des « postdocs, foreign students » – ne parlent pas couramment le français. Il tient ses réunions en anglais non seulement pour accommoder ces gens, mais aussi pour que les étudiants et étudiantes francophones puissent pratiquer l'anglais dans un contexte de travail. Il ajoute que l'aptitude à communiquer en anglais est importante à développer dans les sciences collaboratives. À la suite de ces commentaires, [A] renvoie un courriel, en anglais, affirmant que d'un point de vue de la Politique linguistique de l'UdeM, il sent l'obligation d'utiliser le français le plus souvent possible, mais qu'il va accommoder les besoins du groupe. Au cours de l'année suivante, l'activité hebdomadaire s'est déroulée en anglais, sauf à deux reprises quand tous les membres présents étaient francophones. Depuis, toutes les communications entourant les diverses activités du groupe sont en anglais.

Plusieurs individus interrogés en entrevue ont souligné que le fait d'être francophone « te force à apprendre une deuxième langue », ce qui est un avantage comme l'explique DH :

Le fait d'avoir une autre langue, c'est quelque chose qui donne peut-être une vision différente sur le monde. Ça veut dire que tu as grandi dans un milieu différent. Pour moi c'est toujours positif d'avoir des milieux diversifiés. Donc, je le vois vraiment comme un atout. Ça va peut-être être un défi d'apprendre l'anglais à la maîtrise ou au doctorat, mais déjà, faire la science c'est un défi. La bonne science, c'est un défi. Et ceux qui réussissent sont ceux qui sont capables de s'adapter. Et on est beaucoup qui sont capables de s'adapter en sciences.

---

25. De manière générale, les post-doctorants et post-doctorantes participent régulièrement aux activités de leur groupe de recherche, de manière occasionnelle aux activités des sous-disciplines et rarement aux activités départementales. Tienari rapporte des enjeux similaires au sujet d'une école de commerce de langue suédoise en Finlande, résultat d'un historique de colonisation : « We have many PhD students and exchange postgraduate students who are from outside Finland. They do not have an incentive to learn Swedish. There is also the hegemonic discourse in our field, which celebrates global meritocracy. Mastering the Swedish language and gaining academic merit do not go well together in this discourse » (2019, p. 581).

Je poursuis avec quelques exemples de la présence du français et de l'anglais dans les conférences. D'un côté, les conférences étudiantes sont en français qui est la langue maternelle d'une majorité. Plusieurs conférences du vendredi sont en français si ce sont des conférenciers et conférencières : (1) de l'Université de Montréal ou d'une université francophone (2) dont c'est leur langue maternelle<sup>26</sup>.

À l'opposé, l'anglais domine dans les séminaires sous-disciplinaires puisqu'on vise à accommoder les gens au postdoctorat. De plus, les conférences sous-disciplinaires portent souvent sur des publications récentes qui sont en anglais. Dans une perspective d'apprentissage des éléments nécessaires à la réussite d'une carrière en physique, faire une conférence sous-départementale en anglais agit aussi comme un bon exercice de pratique pour les étudiants et étudiantes francophones. Dans l'organisation d'une conférence, j'ai eu un désaccord marqué avec quelques membres du comité D-PHY à savoir s'il est plus important d'inviter une personne de renom quitte à ce que ce soit en anglais, ou prioriser les conférences en français ? J'ai compilé les statistiques de 57 conférences départementales qui ont eu lieu entre janvier 2017 et avril 2019, 37 étaient données en anglais (65 %) par des conférenciers de l'extérieur de l'Université de Montréal. Sur les 20 conférences en français, 12 étaient soit des conférences des professeurs du Département, la conférence des anciens ou les conférences D-PHY.

Puisque l'anglais est une langue seconde pour une majorité d'interlocuteurs en sciences, l'anglais scientifique comporte une grammaire et un vocabulaire simplifiés à l'exception des termes techniques associés à la recherche en question. Étienne Guyon, physicien, dira au sujet de l'anglais dans les conférences internationales scientifiques que : « Un tel langage est d'une grande commodité, en raison même de sa relative pauvreté, de l'absence de références culturelles plus personnelles et profondes » (1996 cité dans Rowley-Jolivet 1997, p. 9). VHF, BW et MEV développent en entrevue sur la simplification et ouverture au sujet l'anglais scientifique :

L'anglais scientifique n'est pas non plus l'anglais littéraire. Tu as besoin d'être capable de fonctionner, d'écrire des phrases en anglais. Tu n'as pas besoin d'être capable d'écrire, comme un auteur de littérature. Il y a des degrés. C'est vraiment un Anglais scientifique international dans les conférences. J'ai beaucoup plus de facilité à discuter en anglais dans une conférence scientifique. Si jamais je me retrouvais dans une soirée avec des gens locaux dans le bar ou dans le salon d'à côté bien je ne comprends absolument pas ce qui se passe dans la discussion. (VHF, entretien avril 2018)

J'ai déjà vu ça d'une de mes amies qui est Indienne, mais qui a vraiment été imbibée dans la culture anglophone puis parle 100 % parfaitement bien

---

26. Les conférenciers et conférencières dont le français est la langue maternelle présentent souvent des diapositives en anglais, car ils ou elles expliquent reprendre une présentation déjà effectuée et ainsi éviter de doubler le travail.

Anglais. Pas comme moi. [...] Elle m'a déjà dit, ce n'était pas très gentil de dire ça, qu'il fallait qu'elle rabaisse son Anglais pour discuter avec nous dans des collaborations scientifiques pour se faire comprendre. Elle parlait trop bien. (BW, entretien avril 2018)

Moi je n'ai jamais vu quelqu'un qui avait l'air fâché que j'ai un accent ou que mes syntaxes n'étaient pas parfaites. Puis, je pense que pour publier, tu peux toujours parler avec quelqu'un dont l'anglais est meilleur et qui va corriger ton texte. Je pense que le monde est vraiment ouvert avec ça. (MEV, entretien avril 2018)

#### 4.2.1.5. *Travail identitaire de réparation dans la reconnaissance de la menace du stéréotype et le syndrome de l'imposteur*

J'ai présenté la construction identitaire en physique ainsi que trois thèmes communément partagés par la communauté. Si ces thèmes sont aussi visibles et présents, c'est que de nombreuses personnes passent par des processus d'affirmation, d'acceptation et de conformisme. En particulier, les figures stéréotypées du physicien (et de la physicienne) mobilisées dans la construction identitaire et inspirées par la vénération du panthéon de la physique (et la culture en général) servent à effectuer un travail identitaire associé à l'appartenance à la communauté. Le renforcement du sentiment d'appartenance se reflète en particulier à travers des éléments très visibles comme les dispositions physiques (décoration du café étudiant, vêtements d'association) et les discours publics (conférences, films étudiants).

Pour les membres du Département ne s'identifiant pas aux figures stéréotypées du physicien (et de la physicienne), la saillance de ces manifestations peut diminuer ou altérer le sentiment d'appartenance à la communauté. D'une part, de nombreuses physiciennes ne s'identifient pas au personnage insolite de Marie Curie, mais elles n'ont pas beaucoup d'autres choix en termes de figures inspirantes féminines en physique. Comme le note Patricia Fara, les quelques femmes scientifiques faisant l'objet de biographies sont dépeintes comme des rôles stéréotypés dont la moche, la putain, l'enchanteresse, l'opprimée, le pouvoir derrière le trône : « It seems that being an ordinary woman with a stellar scientific career is simply not enough : to be marketable, she must also be odd » (2013, p. 43). D'autre part, plusieurs physiciennes mettent un frein à l'expression de leur féminité et celles qui l'expriment à travers leur code vestimentaire se le font remarquer comme étant hors des normes (Gonsalves, 2014). Ainsi, le processus d'internalisation de la culture organisationnelle peut générer un sentiment de non-appartenance (en particulier pour les physiciennes). La littérature scientifique décrit deux situations à cet égard : la *menace du stéréotype* et le *syndrome de l'imposteur* (Torino et al., 2018; Vaughn et al., 2020).



La menace du stéréotype est une sous-performance causée par des associations allant contre son identité (en affirmant avant un test que les garçons réussissent mieux en physique, les filles auront tendance à moins bien performer). Plus le milieu renforce ces associations sont flagrantes, plus la menace est présente. Au Département de physique, la menace du stéréotype vient potentiellement dans la répétition explicite et implicite des mêmes exemples de réussites tirées du panthéon de la physique. Aussi, cette réussite est évaluée de manière unilatérale (une grande découverte laissée à l'humanité). Dans la définition de la réussite ultime, la communauté accorde un tiers rang aux bienfaits à la communauté, aux obstacles surmontés ou encore à la qualité du mentorat et de l'enseignement. Ces derniers sont des exemples de critères qui pourraient permettre à un plus grand nombre de s'y identifier. Mentionnons aussi qu'il y a très peu d'occasions dans le cursus en physique qui permettent de réellement sortir du cadre euroaméricain dans lequel s'ancre le Département. Au mieux, aux trois ans, il y a une conférence du vendredi par une personne non euroaméricaine comme présentée dans les statistiques de l'annexe D. Dans les conférences sur plusieurs jours, dites internationales, les enjeux de pouvoir font en sorte que la figure euroaméricaine masculine hétérosexuelle émane avec plus de force<sup>27</sup>. À travers mon cheminement universitaire, ce n'est qu'en me retrouvant à l'ICTP que j'ai réellement pu voir le caractère international de la communauté en physique.

Si on ne se sent pas tout à fait correspondre au modèle type, il est facile de se sentir imposteur. Le syndrome de l'imposteur est une situation où des personnes (même avec des évidences tangibles de réussites) doutent de leurs compétences et ont une peur constante d'être démasquées dans leur supercherie. Dans le cas de l'enseignement supérieur, de nombreuses femmes universitaires performantes expriment ressentir du doute, un manque d'appartenance et un sentiment d'incompétence (Vaughn et al., 2020). Sans statuer sur des causes précises à l'émergence du syndrome de l'imposteur au Département de physique étudié et bien que j'en reparle au chapitre suivant (section 5.4.2), je propose une explication partielle de son initiation et de ses conséquences. L'une des pistes à explorer en ce qui concerne l'émergence du syndrome de l'imposteur serait (encore) la répétition explicite et implicite des mêmes modèles de réussite tirés du panthéon de la physique qui créent des attentes irréalistes en termes d'accomplissement aux diverses étapes du cheminement en physique (en particulier aux cycles supérieurs). Plusieurs physiciennes m'ont exprimé avoir de la difficulté à arriver à un argument, un résultat ou une conclusion sans s'assurer d'avoir l'ensemble des pièces de connaissances nécessaires. Concernant les conséquences du syndrome de l'imposteur, il est difficile de les mesurer à moins d'avoir de nombreux témoignages et de grands échantillons statistiques<sup>28</sup>. Enfin, une des solutions possibles pour diminuer les effets liés au syndrome de

---

27. À défaut de vouloir généraliser, je tiens à dire que certaines personnes ont accès durant leur études doctorales à des expériences hors occident comme un stage de quelques semaines en Inde par exemple, ou une conférence au Japon. Mais, j'ai l'impression que ces situations restent rares.

l'imposteur réside dans la création et la participation d'ateliers qui permettent de redéfinir la notion de succès, d'identifier ses forces, de gérer les échecs, et de se fixer des attentes personnelles plus raisonnables (Parkman, 2016).

En somme, la construction identitaire et l'appartenance au milieu en physique s'expriment à travers des valeurs largement diffusées pouvant laisser croire que ces dernières sont adoptées par l'ensemble des membres. À moins d'entamer un travail identitaire de réparation à travers la reconnaissance de la menace du stéréotype et le syndrome de l'imposteur, une personne qui ne s'identifie pas à ces valeurs est plus susceptible à entamer un travail identitaire de résistance, de séparation ou de restructuration pouvant amener à se soustraire du Département. Heureusement, l'individu peut négocier ou résister à ces figures stéréotypées dans sa construction identitaire. Personnellement, je reconnais que je suis passée, en dix ans, d'une de ces personnes créant des logos comparables à celles de la Figure 10 à la page 121 (faisant la promotion des bases en physique et du panthéon associé) à une personne qui dénonce la composition de ce panthéon et qui demande à ce qu'il soit élargi (idéalement aboli) dans sa composition et ses valeurs associées. En prenant l'exemple de mon propre cheminement à travers une conférence pour les femmes en physique et mon expérience de la parentalité, j'observe que ces trames narratives se détachent des figures stéréotypées.

#### **4.2.2. Travail identitaire individuel : me positionner dans les identités duales**

Dans cette sous-section, je vise à approfondir ma description du travail identitaire à travers mon propre parcours. J'ai connu des procédés de travail identitaire intense lorsque j'ai été immergée dans un environnement très différent (un colloque de femmes en physique à l'ICTP) ou lors d'un changement important et irréversible de ma situation personnelle (la parentalité). Ces expériences m'ont amenée à remettre en question ou rejeter plusieurs des valeurs dites collectives présentées précédemment.

La première personne que j'ai interrogée pour cette thèse, KD, m'a surpris avec les propos suivants : « ce qui est important, c'est qu'on est physicien/être humain ». J'ai alors eu un autre regard sur la construction identitaire au Département de physique selon la forme d'identités visibles. Dans les discours, les membres du conseil d'administration étudiant sont souvent désignés par le poste qu'ils occupent. Ainsi, on réfère au « président sortant », à « l'externe », au « VP sport », etc. Dans la même lignée, depuis plus de dix ans, les lauréates de la bourse Marie-Curie sont appelées « La Marie Curie ». Sur les murs des corridors,

---

28. Je souligne ici le texte de Gemma Lavender (2013) dans le magazine de l'APS qui affirme qu'en réponse aux menaces du stéréotype les physiciennes vont opter pour des carrières en enseignement ou en communication des sciences.

la mosaïque étudiante (voir Figure 9) permet de représenter un aspect extra-physique de l'individu tels les skis alpins, le sabre laser, la jonglerie, le vélo, le violon, etc. Autrement dit, on est physicien/cousin académique, physicien/président, physicienne/Marie-Curie, ou encore physicien/skieur. Ici, je traiterai de deux dualités qui me sont difficiles à concilier. Celle de physicienne/féminité s'étend sur les premières années au Département à titre d'étudiante au baccalauréat. La dualité physicien(ne)/parent s'est imposée alors que j'ai donné naissance à un enfant en avril 2016.

Lors du baccalauréat, mes amies et moi construisions notre identité de physicienne en opposition à celle de « vraie fille ». La « vraie fille » accordait une importance à son accoutrement, possédait une sacoche remplie de maquillage et autres bibelots, et surtout n'avait pas comme premier atout l'intelligence. Nous avons même décrété le « joli jeudi », occasion pour les étudiantes au baccalauréat en physique de se déguiser en « vraie fille ». Les étudiantes qui portaient une attention particulière à leur tenue étaient vu comme des exceptions<sup>29</sup>. Une amie m'a souvent raconté des anecdotes où des professeurs ou collègues ont douté de son intelligence à cause de son apparence féminine. Elle énonçait son identité de la sorte : « J'aime dire que je suis une fille avec un cerveau »<sup>30</sup>. Cette situation n'est pas unique aux physiciennes de l'UdeM. L'étude d'Allison Gonsalves (2014) portant sur des physiciennes de l'Université McGill, située aussi à Montréal, fait ressortir la difficulté de concilier féminité et identité en physique. Certaines physiciennes disent limiter l'expression de leur féminité au Département de physique. Laura mentionne que s'habiller chic est associé avec un désinvestissement dans le travail : « Hard-working theoretical physicists who get wrapped up in their work often look absent-minded because they don't pay much attention to their appearance » (Gonsalves, 2014, p. 512).

La physique est considérée par ses « maîtres d'œuvre » comme une discipline objective et non genrée. Ceci me semblait extrêmement normal, jusqu'à ce que je lise des études féministes en science. J'ai appris que le non-dit autour du caractère non-genré de la physique s'interprète comme une appropriation masculine de la discipline.

In high energy physics, the duality of gender appeared to be widely replaced by what one might call mono-gender. Mono-gender is the stylistic rendering of everyone as a physicist, regardless of their gender in everyday life. [. . . ] Females

---

29. Le manque de considération pour l'apparence vaut autant pour les hommes que les femmes.

30. Arrivées à la maîtrise, plusieurs de mes amies optent pour l'astrophysique. Elles me confient entendre plusieurs commentaires stipulant que si que l'astrophysique est plus féminisée au Département parce qu'il s'agit d'une sous-discipline « plus facile ». À l'été 2018, un ancien directeur commentant un l'investissement majeur octroyé à l'observatoire du mont Mégantic affirme qu'il s'agit une bonne nouvelle pour la cause des femmes en physique. Mes collègues en astrophysique devenues étudiantes au doctorat ou coordonnatrices expriment un fort mécontentement à ce que de tels propos puissent encore être diffusés alors que, selon leurs calculs, les petits nombres en jeu et leurs fortes fluctuations ne permettent pas d'arriver à un constat précis sur la féminisation plus marquée de l'astrophysique.

drive home that they are above all, physicists, not women (Knorr Cetina, 1999, p. 232)<sup>31</sup>.

Cet extrait a agi telle une révélation pour moi. Datant d'il y a presque vingt ans, on pourrait se convaincre que la situation a évolué, mais j'en ai conclu que non.

That gender is not recognized or acknowledged might be interpreted to be positive advancement, however, it also reproduces a common discourse : that one cannot be recognized as both a woman and a physicist in the lab. This discourse contributes to the persistent dichotomization of women/physicist, and 'physicist women'/'non-physicist women', indicating that gender is not erased in discourses of physics, but rather rendered invisible. Here, gender invisibility can take on a variety of meanings (Gonsalves, 2014, p. 504).

Ma conception de la dualité physicienne/féminité a évolué en réaction à ces apprentissages. Rétrospectivement, j'estime que les discours sur la tenue vestimentaire et la féminité créent un effet de marginalisation en plus de nier l'existence d'une multiplicité d'expériences féminines. Je pense qu'au lieu de tenter de créer un groupe uniforme de femmes physiciennes, il faut s'intéresser aux expériences de chacune et surtout des absentes. J'ai pris conscience de cela lors d'un colloque international pour les femmes en physique. Dans ce contexte, c'est mon identité d'Occidentale en physique qui s'est manifesté.

En mai 2015, je trouve dans la case postale du Groupe de Physique des Particules une affiche annonçant un atelier pour les femmes en physique : « One of the goals of this Workshop is to bring together women physicists from all over the world (with a special focus on developing countries) ». Je décide de postuler. En octobre 2015, je m'envole pour Trieste en Italie à l'International Center for Theoretical Physics (ICTP) pour assister au *Career Development Workshop for Women in Physics*. Ma première expérience du milieu survient dans l'avion entre Rome et Trieste. Je suis « assise entre un Coréen et un Israélien tous deux allant à l'ICTP pour (1) la physique nucléaire, (2) les détecteurs » (notes personnelles, 16 octobre 2015). Au début, je ne comprends pas trop puisqu'il me parle de l'Institut Abdus Salam<sup>32</sup>. En sortant de l'autobus qui relie l'aéroport à l'ICTP, nous sommes quatre : un Coréen, deux Iraniennes et moi. Après quelques péripéties, nous trouvons le bâtiment où nous logeons, je propose aux deux Iraniennes d'aller souper ensemble, elles déclineront l'offre. Dans la cafétéria, je remarque qu'il n'y a que trois personnes caucasiennes sur treize personnes. Le lendemain, je me réveille aux sons des préparatifs de ma compagne de chambre nigérienne. « Je regarde son linge et je me trouve tellement américaine » (notes personnelles, 16 octobre 2015). Je me prépare et me rends au sous-sol. En attendant le début de la conférence

---

31. Vingt ans plus tôt, Wallsgrove effectuait le même constat : « A woman, especially if she has any ambition or education, receives two kinds of messages : the kind that tells her what it is to be a successful person and the kind that tells her what it is to be a 'real' woman » (1980, p. 237).

nous sommes quatre à discuter, une Saoudienne qui « me demande de tenir son sac », une Iranienne, une Turque. À ce moment, j'écrirais dans mon cahier de notes : « Premières observations : C'est très particulier d'être la seule « américaine » et occidentale (1 Allemande) dans le groupe. Beaucoup de différences culturelles » (notes personnelles, 12 octobre 2015). Nous serons une cinquantaine de physiciennes à participer.



**FIGURE 12.** Photographie lors du Career Development Workshop for Women in Physics (courtoisie Archives Photo ICTP).

Les différences sont visibles dans les tenues vestimentaires, les langues d'usages et les références culturelles. Je prends conscience que le groupe « femmes » est très hétérogène et que je suis immensément privilégiée d'en être témoin. Voici ce que j'ai écrit au sujet de mes interactions avec les participantes.

Les conférences sont bien, mais ce qui l'est encore plus est le contact avec les gens de 26 pays !

Une Égyptienne qui doit s'occuper de ses parents.

Arménienne, Ukrainienne et [Biélorusse] parlent russe.

Des « Américaines » de Cuba, Mexique, Brésil, Argentine. Je me sens plus proche (vêtements), mais la langue est une barrière. Elles préfèrent parler

---

32. Je comprendrais à la conférence d'introduction qu'Abdus Salam est un physicien pakistanais ayant reçu le prix Nobel de physique en 1979 avec Sheldon Glashow et Steven Weinberg pour l'unification de la force électromagnétique et de la force faible. Ne pouvant retourner dans son pays en 1964, il a fondé l'ICTP pour fournir aux scientifiques des **pays sous-développés et en voie de développement** des outils et opportunités d'apprentissages en physique et mathématique pour qu'ils n'aient pas à quitter la discipline ou leur pays. Plus encore, pour ces pays, il vise à contrer leur isolement scientifique en accélérant le déploiement d'études avancées et de recherche, en soutenant l'excellence, en développant des programmes scientifiques de haut niveau en lien avec les besoins des communautés desservies et en servant de forum international et de réseau de contacts.

espagnol. Des Camerounaises, Gabon[aises] et [Bénoïse, Sénégalaise] parlent français, mais la différence de culture est énorme.  
Finalement, j'aurais créé des liens avec :  
une Turque au PhD [...]  
une Indienne au PhD avec qui j'ai [visité le] château [...]  
les Européennes de l'est, elles sont sympathiques  
les Iraniennes, même si elles n'ont pas participé à tous les ateliers.  
J'ai dîné le vendredi avec la Palestinienne. [...]  
J'ai eu un repas avec Jocelyn Bell-Burnell. [...]  
À la fin, les gens se mettaient [dans la salle] par groupe ethnique. (Notes personnelles, 16 octobre 2015)

Lors d'un des ateliers, nous dialoguons en groupe de quatre sur les raisons à faire de la recherche. Il faut désigner une personne par équipe pour résumer à l'avant les discussions du groupe. « Elles voulaient que j'aille en avant, car l'anglais est ma première langue » (notes personnelles, 12 octobre 2015). Je souhaite illustrer par cet extrait la différence de point de vue. Selon mon point de vue nord-américain (usuel), je trouve qu'en recherche je ne maîtrise pas suffisamment l'anglais. Pourtant dans ce contexte, étant si près du milieu anglo-saxon, c'est-à-dire en tant que Canadienne, selon leurs perspectives, j'en fais partie.

En plus des différences vestimentaires, linguistiques et culturelles, j'ai remarqué que mon identité d'Occidentale faisait de moi une personne privilégiée socialement et épistémologiquement. Plusieurs physiciennes ont témoigné avoir des personnes à charge (enfants ou parents). Certaines militaient pour améliorer l'accès aux études en physique pour les jeunes filles et cela signifiait sécuriser les routes vers les institutions d'enseignement. Une Palestinienne m'a demandé de réviser l'anglais de son article scientifique et m'a raconté qu'en Palestine, pour pallier une mobilité laborieuse, plusieurs cours de physique se donnaient en ligne. Les deux Iraniennes avec qui j'ai dialogué m'ont révélé qu'à cause des pressions culturelles, il était ardu d'entretenir des relations sur les réseaux sociaux avec leurs collègues physiciens. Pour plusieurs physiciennes présentes, la situation géographique teintait les choix des sujets de recherche. Une Indienne m'a affirmé qu'il est bien plus aisé de faire de la physique théorique dans son pays puisqu'elle est indépendante des installations coûteuses. Ma collègue de chambre du Nigéria développait des simulations climatiques sur la prévision des précipitations en Afrique de l'Ouest dans un objectif d'accès à l'eau pour les populations et les cultures agricoles. Dans sa conférence, Sossina Haile a raconté avoir choisi de quitter l'Éthiopie pour poursuivre ses recherches en matières condensées aux États-Unis ne voulant pas détourner des fonds qui pourraient servir à la population.

À ce moment, je réalise qu'au Département de physique de l'UdeM, les conférenciers et conférencières viennent exclusivement du Canada, des États-Unis ou d'Europe (voir annexe

D). Quelle est la composition du fameux réseau de recherche détenu par les professeurs ? À ma connaissance, peu de professeurs entretiennent des liens avec des pays du « sud ». Le professeur CC a implanté, à l'Université de Ouagadougou au Burkina Faso, un programme d'astrophysique et le premier observatoire astronomique en Afrique subsaharienne. Il a quitté l'UdeM pour y devenir professeur et, depuis 2011, est titulaire de la chaire sud-africaine en astronomie extragalactique multilongueur d'onde à l'Université de Cape Town en Afrique du Sud. Le professeur MP du GPP effectue des visites régulières en Inde et a passé une partie de sa dernière année sabbatique au Chili. Je l'ai su de manière indirecte, c'est-à-dire en demandant à une étudiante chilienne en échange comment elle s'était retrouvée à Montréal. Même chose pour le voisin de bureau RM du professeur MP, sur sa porte est apparu le message « Je suis en dehors de Montréal », mais plus précisément, il est en Inde.

Dans cette perception de la physique, je constate une multiplicité d'identités de physiciennes réparties internationalement et où je suis en position de privilège. Je suis embêtée voyant que le sujet des relations « nord/sud » et ses conséquences ne se discutent pas. Je trouve qu'il y a une discordance à ce que l'on encourage les étudiants et étudiantes à venir effectuer leurs études à Montréal<sup>33</sup>, mais qu'on n'explique pas plus l'intérêt réciproque pour ces mêmes pays.

\*\*\*

La dualité identitaire de physicien(ne)/parent s'est imposée à moi au cours de l'année 2015. Du 30 juillet au 1er août 2015, j'assiste à la conférence Women In Physics Canada (WIPC) à l'Université de Toronto. À 11 h, le panel porte sur les enjeux vécus par les femmes en sciences. Mary Pugh, mathématicienne de l'Université de Toronto, aborde sans réserve le sujet de la maternité, sujet dont je n'avais pas osé dire auparavant dans le contexte de la physique. Elle débute avec les graphiques d'infertilité et prévient l'auditoire :

1 of 8 couples has fertility problems. Be very careful [if you are] a woman over 35 years old. [...] [According to your employer], there is no good time to have children. Have a child now! (Notes personnelles, 30 juillet 2015)

Ces quatre derniers mots ont eu l'effet d'une déflagration. Je ne m'étais jamais questionné sur le défi d'avoir des enfants en poursuivant une carrière en physique. La conférencière m'avait convaincu que ce n'est pas au milieu de choisir le moment d'avoir des enfants et qu'il ne fallait pas sous-estimer les conséquences d'avoir des enfants après l'obtention d'un emploi permanent. Je riais intérieurement en m'imaginant la discussion avec mon conjoint à mon

---

33. En décembre 2018, le Groupe de Physique des Particules incluait : une post-doctorante chinoise, une doctorante iranienne, une étudiante chilienne en stage doctoral, une étudiante brésilienne à la maîtrise et d'autres physiciens d'Inde notamment.

retour. En fait, de retour à mon domicile, mon conjoint et moi constaterons que nous aurons un enfant.

Mon conjoint est physicien et de quatre ans mon aîné. Qui prendra le long congé parental? Deux semaines avant la naissance de l'enfant, j'apprends que le CRSH m'a accordé un financement Vanier de trois ans. C'est un moment charnière. Ayant un salaire 2,5 fois plus élevé que mon conjoint, la logique économique dicte qu'il prenne le long congé. Il faudra surmonter les dogmes de la société pour finalement convaincre mon conjoint de mettre sa carrière de côté pour un an. J'opte pour un congé parental de quatre mois payés par le CRSH. Ce congé permet non seulement de réduire le stress financier, mais aussi de déculpabiliser par rapport à un ralentissement de la performance, parce qu'il est approuvé par les institutions gouvernementales.

Mon identité de parent était visible durant la grossesse et durant mon absence prolongée. Par la suite, le manque de sommeil était particulièrement difficile à gérer et a nui à ma productivité de recherche. La situation s'est stabilisée deux ans suivant l'accouchement. Pour une physicienne, j'ai eu un enfant précocement et je me suis sentie isolée dans cette situation. J'ai au moins cinq ans de moins que les autres parents du Département de physique. Mon enfant est du même âge que les enfants de deux des membres de mon comité de thèse.

Sur d'autres aspects, réconcilier l'identité de physicienne/parent était facilitée puisque mon conjoint était le parent principal contrairement à mes collègues physiciennes ayant eu des enfants. En plus du congé d'un an, c'est lui qui effectue le transport vers la garderie et qui prépare les repas. Alors que mon enfant avait un an et demi, je pars en conférence pour trois jours. Comme lecture de chevet, j'apporte *Maternité : la face cachée du sexisme* (Hamelin, 2017) et y lit que ce sont les mères qui, par défaut, ont dans leur portefeuille la carte d'assurance maladie de leur enfant, ce qui est vrai dans mon cas à ce moment-là. Je constate que c'est dans les petits détails, ou dans la charge mentale, que s'incruste la maternité par défaut et m'applique à égaliser les charges parentales.

La responsabilité d'élever un enfant me force à revoir le temps passé à chaque tâche. Comme plusieurs physiciens interrogés par Margaret W. Sallee (2015), j'optimise les heures passées au travail. Comme plusieurs Québécoises (Collard 2016), j'ai coupé dans les passe-temps personnels. Le climat départemental est relativement positif. J'assiste aux fêtes de Noël, ce qui me permet de voir mes collègues dans un contexte autre que de recherche en physique. En cas de dépannage, j'emmène mon enfant avec moi : lors d'une conférence à l'Université ou lors d'un 5 à 7 suivant une défense de thèse. À ce dernier, un collègue me dira : « Tu aurais dû me le dire, j'aurais pensé à amener ma fille aussi. »



Au Département de physique, quelques professeurs et professeures ont eu ou adopté des enfants au cours des dernières années. Généralement, en cas de naissance ou d'adoption, les professeurs prennent un congé de quelques semaines et se prémunissent d'une charge de travail réduite pour une année. Il y a peu de professeures au Département ; deux d'entre elles ont choisi un congé d'un an. C'est loin d'être suffisant pour établir une tendance, mais la situation conjugale et parentale affecte plus les physiciennes dans leur parcours. Enfin, même des personnes célibataires peuvent avoir des obligations dans leur réseau familial, amical et du voisinage qui limitent leur investissement dans leur emploi.

Malgré tout, je constate que la négociation entre les identités physicien(ne)/parent est un sujet invisible au Département alors que ses conséquences au niveau mondial sont mesurables. Par exemple, une étude de l'institut américain de physique sur 15 000 physiciens et physiciennes réparties mondialement souligne que les physiciennes s'occupent plus des tâches ménagères autant dans les pays développés qu'en développement (Ivie et al., 2013). Les physiciennes ayant des enfants perçoivent en plus grande proportion avoir un ralentissement de carrière alors que les hommes mariés rapportent avoir l'avancement de carrière le plus rapide (Ivie et al., 2013). Dans une étude sur la mobilité des universitaires, Zippel (2017) nuance les impacts d'avoir des enfants et souligne qu'il ne faut pas négliger le type d'emploi occupé par les partenaires. Des conjoints et conjointes dans le milieu universitaire auront tendance à être plus conciliantes.

Découlant de ma propre situation de physicienne/parent et du nombre élevé d'études sonnant l'alarme concernant ses impacts, en 2016-2017, je ressens l'urgence à agir au sein du Département et de l'Université. Un manque de réceptivité des membres du Département me découragera de passer à l'action. Je ne souhaite pas forcer un sujet qui ne veut pas être discuté. Au Département de physique, il y a très peu d'étudiants ou d'étudiantes parents. En dix ans de présence au Département, j'estime en avoir croisé moins de cinq.

Au niveau départemental, il y a aussi des négociations ou contestations du cheminement dominant, ainsi que des initiatives pour promouvoir la diversité et l'inclusion. Examinons comment deux groupes, l'association étudiante, la PHYSUM, et le « Département de physique » dans ses comités, assemblées et sa direction, agissent autour de ces enjeux.

### 4.2.3. Travail identitaire de rôle : actions concernant les enjeux de diversité et d'inclusion

Poursuivant dans une optique où chaque groupe a ses caractéristiques propres, je présente comment deux groupes ayant un pouvoir substantiel au Département (l'association étudiante, la PHYSUM, et le « Département de physique » dans ses comités, assemblées et sa direction) négocient autour de la diversité et de l'inclusion. Les étudiants et étudiantes, dans leur instance, agissent impulsivement dans un objectif de justice sociale alors que l'approche départementale, teintée par le pouvoir accru des professeurs, cultive un terreau de diversité s'inscrivant dans les orientations et valeurs de l'Université. J'ai identifié la perspective départementale comme une représentation « officielle ». Dans celle-ci, le pouvoir décisionnel de son unité de coordination principale – l'assemblée départementale – est détenu par les professeurs et professeures. À noter, alors que le personnel administratif et les cohortes étudiantes font partie intégrante du Département, ils et elles interviennent dans une moindre mesure à l'assemblée départementale et agissent plutôt à travers leurs instances propres.

#### 4.2.3.1. *Le Département comme terreau de diversité*

Sur plusieurs années, le Département a pris plusieurs mesures visant à cultiver un milieu inclusif et à accroître sa diversité démographique.

La faible proportion d'étudiantes en physique est un sujet de préoccupation. En 1999, le Département de physique instaure la bourse Marie-Curie pour encourager les femmes à s'inscrire au baccalauréat en physique et « pour aider les jeunes physiciennes dans leur carrière ». L'initiative de trois anciens directeurs du Département de physique Jean-Robert Derome, René J.A. Lévesque et Gilles Beaudet est présentée comme suit sur le site départemental :

La bourse Marie-Curie est attribuée chaque année à des cégépiennes finissantes. Elle leur permet d'effectuer, l'été précédant le début de son programme d'études en physique, un stage rémunéré (425 \$ par semaine) de 3 ou 4 mois à l'intérieur d'un des groupes de recherche du Département.

Initialement, Pierre-Gilles de Gennes, lauréat du prix Nobel de physique de 1991, parraine la bourse, alors que depuis une dizaine d'années, c'est Hubert Reeves, astrophysicien québécois reconnu. Même si le Département offre depuis quelques années deux bourses d'entrée pour les étudiantes (la bourse René-J.A.-Lévesque et la bourse Claire Lebeau de Ladurantaye), la bourse Marie-Curie est la plus notoire et visible puisque les lauréates s'intègrent au Département plusieurs mois avant le début officiel des cours. Un sondage effectué au Département

de physique en février 2015<sup>34</sup> a révélé qu'elle est connue par 90 % des répondants et répondantes. Dans la majorité des cas, la bourse est vue favorablement, mais quelques personnes ont critiqué la pression supplémentaire induite à performer sur ces étudiantes (une vingtaine à ce jour), et quelques membres du Département ont exprimé un sentiment d'injustice face à cette bourse :

Je pense que c'est bien d'avoir une telle bourse et que ça attire des filles à l'UdeM. Cependant, je crois que les filles qui obtiennent la bourse étaient probablement déjà décidées à aller en physique. Mais ça attire l'attention sur la physique dans les cégeps ; ça publicise le domaine. (Professeure)

On met beaucoup trop de pression sur les étudiantes : « Vous êtes des modèles et tout le monde a le regard posé sur vous ». Les étudiantes ont de la misère à obtenir moins que A+. Je l'ai vu à plusieurs reprises. (Professeur)

Ça met en évidence la "bollé" de la classe. C'est intéressant parce que ça offre un stage d'été. Je trouve ça un peu dommage que cette opportunité ne soit pas offerte aussi aux hommes. (Étudiante au premier cycle)

Suivant des normes établies par l'Université, le Département véhicule une image inclusive pour les futures étudiantes. Les affiches officielles de recrutement au programme de physique au baccalauréat et aux cycles supérieurs présentent uniquement des diplômées. Sur le site départemental, dans l'onglet « Nos diplômés », sur cinq portraits, quatre sont des physiciennes. Au verso de la couverture du « Guide de l'étudiant au premier cycle », il est inscrit que « Dans ce guide, le genre masculin est utilisé sans discrimination et dans le seul but d'alléger la lecture ». À la première page, le mot du directeur débute par « Chère étudiante, cher étudiant ».

Au-delà des mesures qui visent à accroître le nombre de femmes au Département, plusieurs initiatives informelles aident à cultiver un climat organisationnel accueillant et respectueux de la diversité. Par exemple, depuis plus de dix ans, le Département autorise un professeur en situation de handicap à donner son cours à son domicile. Même si cela reste occasionnel, les bébés sont admis dans les locaux et même aux conférences départementales. Dans le cadre de discussions informelles, deux professeurs ont vanté la flexibilité de pouvoir travailler de la maison comme facilitateur à la conciliation travail-famille. Une employée d'un groupe de recherche a demandé et reçu une réduction de tâches pour répondre à ses obligations familiales.

---

34. Le sondage a été organisé en préparation au lancement du comité Diversité Physique. Voir la section 6.1.1 pour une description du contexte lié à ce sondage. Notons que 32 % de la population départementale ont répondu au sondage.

Le département vit le même enjeu au sujet du recrutement des professeures qui sont aussi sous-représentées. Le Département semble agir à cet effet alors que depuis 2016, les professeures représentent 25 % des embauches (2 sur 8). Une plus grande proportion de femmes professeurs a un ou une partenaire qui œuvre aussi dans le milieu académique et cette situation est marquée chez les physiciennes (Urry, 2008; McNeil et Sher, 2008). Dans l'histoire du Département, deux personnes recrutées ont demandé et reçu un accommodement pour leur partenaire faisant aussi carrière en physique dans le milieu universitaire. Comme souligné dans un blogue sur les (més)aventures de femmes universitaires, ces embauches doubles augmentent sans conteste la diversité de la population départementale. Par définition, ces postes ne pourront être pourvus par deux hommes blancs hétérosexuels<sup>35</sup>.

En somme, le Département met en place des mesures cultivant un climat accueillant pour les futures étudiantes, les personnes à mobilité réduite, les jeunes parents ainsi que les couples d'universitaires.

#### 4.2.3.2. *L'association étudiante en ébullition*

Tout au long de mon parcours, l'association étudiante, dénommée la PHYSUM, a joué un rôle influent dans les valeurs véhiculées, les pratiques et les rituels. Elle est au cœur de la vie étudiante. C'est par l'association étudiante que la perspective étudiante est représentée au sein du Département. C'est à travers elle que les étudiants et étudiantes peuvent s'impliquer dans les assemblées départementales et les comités.

La PHYSUM mène plusieurs actions qui visent à favoriser la diversité et l'inclusion. Ces actions semblent survenir subitement et sous l'initiative de multiples personnes dans un contexte étudiant où, historiquement, certains comportements déplacés ont été relativement tolérés par les membres de la PHYSUM et de son conseil d'administration. J'utilise la métaphore de l'ébullition pour décrire les transformations actuelles générées par l'association étudiante et ses membres. Lorsqu'un liquide entre en ébullition, des bulles apparaissent aléatoirement en temps et en espace. Depuis quelques années, des « bulles » sont apparues de manière plus ou moins coordonnée alors que la PHYSUM a mis en place plusieurs mesures quant à la diversité et à l'inclusion. Des produits d'hygiène féminine sont disponibles au café étudiant. La charte étudiante est devenue épïcène et le café étudiant a proposé, en 2018, d'emboîter le pas. La rédaction épïcène consiste, dans un texte, à mettre en évidence la diversité de la communauté : les femmes, les hommes et les personnes ne s'identifiant pas à un

---

35. Citation originale dans le texte de sciwo : « As ChemProfCramer pointed out, two body hires are also a guaranteed way to increase faculty diversity, since by definition you will not be getting two straight, white, males ». L'entrée de blogue est disponible à l'adresse suivante : <https://tenureshewrote.wordpress.com/2013/09/18/solving-the-two-body-problem/>

genre. Dans le cas précédent, les membres ont remplacé « le président » par « la présidence », « Tout étudiant » par « Tout étudiant et étudiante » ou encore « des administrateurs passés » par « des administrateur(trice)s passé(e)s ». En février 2018, un comité Phypsi a été créé en réponse à une étude de la FAECUM sur la santé mentale. Il s'est engagé à mettre en place un plan d'action sur la santé mentale et les saines habitudes de vies qui a été intégré dans les mandats de la PHYSUM et de son conseil d'administration. Au cours de l'année 2018-2019, un projet de mentorat pour les élèves au baccalauréat a été mis en place.

D'autres « bulles » reflètent une sensibilité croissante face à l'importance de l'inclusion et d'un climat organisationnel respectueux comme dans les trois cas suivants. Depuis plus de dix ans, un petit cahier intitulé *Les citations de la Planck* traîne au café étudiant et sert à consigner des blagues ou des quiproquos du registre vulgaire. Un exemple de jargon vulgaire est le lexique associé aux examens. Le sentiment d'avoir échoué un examen est signifié par le terme « violer » tel qu'utilisé dans le contexte suivant : « Anyway, tout le monde va se faire violer par le premier intra de mécanique classique » (Citations, 2012)<sup>36</sup>. À la lecture du cahier, j'ai noté qu'au cours des dernières années, le nombre et la violence des propos ajoutés au cahier des citations ont diminué. J'ai aussi remarqué une intensification dans la critique des propos tenus : « Des fois y a des gens qui disent des choses dégueulasses pi j'avais comme vraiment pas envie d'entendre ça » (Cahier des citations, 2015). À cette phrase se sont rajouté deux commentaires, « genre toi » et « wow merci » qui reflètent respectivement l'agressivité et la bienveillance.

La contestation des propos injurieux a entraîné l'abolition de certaines pratiques humiliantes lors de l'initiation que gère la PHYSUM. L'un des « jeux traditionnels » consiste à présenter seul sur une estrade une histoire humiliante suivie de son fantasme sexuel. Il est fréquent d'y observer certains étudiants seniors huer l'individu si l'anecdote n'est pas suffisamment salée. Alors qu'effectuée depuis plus de dix ans, en 2017 l'activité a eu lieu sans l'accord du comité organisateur et le comité organisateur de l'édition 2018 s'est assuré que ce jeu n'aurait pas lieu.

Enfin, un incident inapproprié a eu comme conséquence la démission houleuse d'une élue au conseil étudiant. L'histoire débute ainsi. Lors d'un « party Planck »<sup>37</sup> en 2017, une étudiante a été transférée à l'hôpital ayant subi un malaise dont les symptômes correspondent à une

---

36. Notons que le terme violation et violer sont utilisés dans certaines théories tel la violation du deuxième postulat de la relativité, la violation de la conservation de l'énergie ou encore de la violation CP comme présentée dans cette thèse.

37. Les « party Planck » sont des fêtes ludiques et arrosées organisées au café étudiant par la PHYSUM.

intoxication au GHB<sup>38</sup>. Cet incident inédit au café étudiant, survenu dans la foulée du mouvement #Moiaussi, a forcé la PHYSUM à mettre en place une série de mesures de sécurité. Ces mesures incluent : une table de surveillance des verres et la désignation de deux personnes-ressources dont les photos sont affichées dans les corridors et les salles de bain. Mais ces mesures ne font pas l'unanimité. Deux clans se sont formés : la majorité trouve que ces mesures sont suffisantes, mais les contestataires revendiquent une procédure d'identification à l'entrée des « party Planck ». Excédée par les réticences de la majorité, l'élue en question a envoyé une lettre de démission pour dénoncer une « culture du viol » au sein de l'exécutif de l'association et s'est engagé à lutter sans restriction contre les violences sexuelles au Département. Le conflit a duré quelques semaines alors que l'exécutif a nié les allégations et refuse de rendre publique la lettre. Libérée des contraintes de l'association, la contestataire a ensuite organisé des formations de témoins actifs en collaboration avec le Bureau d'intervention en matière de harcèlement (BIMH).

Les trois exemples précédents illustrent l'aspect foisonnant et le manque de coordination des initiatives. Les gens agissent à la fois de manière favorable et défavorable à un climat de travail respectueux. Celle qui dénonce des commentaires inappropriés se fait insulter et approuver. Une activité humiliante a lieu sans l'accord du comité organisateur. L'étudiante choisit la contestation en réaction à une profonde divergence d'opinions avec le conseil d'administration sur l'urgence et l'importance de la dénonciation des violences à caractère sexuel. Ce dernier exemple est d'autant plus frappant qu'il a dérégulé momentanément l'harmonie (ou l'homogénéité) du groupe telle une bulle explosant à la surface. L'effet de la bulle disparaît avec le temps au rythme du renouvellement des étudiants et étudiantes du baccalauréat (aux trois ans). Pour le groupe, il s'agit d'un travail identitaire de revendication, de réconciliation et de restructuration (Lutgen-Sandvik, 2008; Brown, 2015). Cela contraste avec la perspective départementale qui ancre les transformations dans un processus cohérent et à long terme et dans un travail identitaire d'affirmations de valeurs institutionnelles positives (Miscenko et Day, 2016; Gioia et al., 2013).

#### 4.2.3.3. *Les silences dans les identités collectives : le personnel administratif*

Essentiel au bon fonctionnement du Département, le personnel administratif passe souvent inaperçu. Par exemple, c'est une fausseté de dire que l'ensemble des membres du Département sont invités et assistent à la conférence départementale (section 4.1.6). Il serait plus juste de dire que l'ensemble des membres participent à la bonne tenue de la conférence parce que le

---

38. Le GHB (gamma-hydroxybutyrate) est un dépresseur sans goût et odeur causant l'amnésie, un état proche de l'ébriété et agissant sur un délai d'action très court. Il est communément dénommé la drogue de viol.

personnel administratif gère les communications associées à la publicisation de l'événement, s'assure l'approvisionnement en café et en biscuits et effectue les remboursements de frais de déplacement, d'hébergement et d'alimentation. Tout ce travail s'effectue dans l'ombre. Sur tout ce qui a trait à la création et diffusion de recherche, la communauté départementale ne reconnaît pas la contribution du personnel administratif. S'ancrant dans une perspective positiviste, il est presque impossible pour les professeurs et professeures du département d'imaginer comment le personnel administratif pourrait faire une contribution aux savoirs scientifiques alors qu'ils et elles ne sont pas des scientifiques<sup>39</sup>.

Le déménagement vers un nouveau campus en 2019 a été l'occasion de déterrer certains artefacts oubliés dans des locaux de rangement. Des membres du Département appréciant les antiquités et se refusant à l'idée que tout serait jeté ont fouillé les décombres et ont notamment (re)trouvé une lunette astronomique centenaire de grande valeur, de nombreux objets désuets comme des boîtes à documents, et de multiples machines à écrire IBM électriques. Par un concours de circonstances, j'ai été très impliquée à sauver l'une de ces machines à écrire et le processus m'a amené à poser des questions sur leurs usages par qui, quand, comment. Avec l'aide d'une technicienne en gestion des dossiers étudiants, j'ai passé en revue certains documents et objets détenus par le personnel administratif. À ma grande surprise, j'ai trouvé au fond d'un placard une multitude de boules IBM pour changer les polices ou la taille sur les machines à écrire électrique et certaines étaient recouvertes de symboles mathématiques ou lettres grecques. J'ai alors appris que c'était des « dactylographes » qui réécrivaient les articles avant l'arrivée des ordinateurs (et du logiciel LaTeX)<sup>40</sup>. Matériellement, aucune recherche n'aurait pu être publiée sans l'apport de ces femmes, pourtant, leurs contributions sont relativement peu prises en considération<sup>41</sup>.

À l'Université de Montréal et dans la plupart des universités, le personnel administratif a été dans un système qui évolue en parallèle à celui du corps professoral. Les processus d'embauches ne suivent pas les mêmes règles (ressources humaines vs comité par les pairs). Le personnel administratif a son syndicat (et ses activités syndicales). Aussi, ses opportunités d'avancements de carrière sortent des frontières départementales. Malgré tout, quelques activités parviennent à rassembler le personnel administratif, le personnel de recherche, les cohortes étudiantes et le corps professoral. Par exemple, le concours de biscuits de Noël de l'UdeM initialement instauré par le personnel administratif est étendu à l'ensemble du Département. Aussi, deux techniciennes en gestion de dossiers étudiants organisent depuis 2017

---

39. À l'exception d'un ancien adjoint au directeur (à la retraite), l'ensemble du personnel administratif n'a pas de baccalauréat en physique.

40. Aussi, des illustrateurs et illustratrices prenaient les esquisses de graphiques pour les mettre au propre.

41. La contribution des femmes s'étend au-delà de la retranscription des textes et équations. Par exemple, le film *Hidden Figures* (2016) met de l'avant des femmes « calculatrice » pour la NASA dont les contributions ont été essentielles au programme spatial américain.

une fête de Noël des enfants du Département de physique. Ces deux initiatives permettent de sortir des silos associés aux rôles et regroupent les individus selon un autre aspect commun (qui n'est pas la physique).

Je n'ai pas effectué d'entretien avec des membres du personnel administratif afin de sonder leur travail identitaire ou leur sentiment d'appartenance au Département de physique. Cependant, il m'est crucial de présenter l'ensemble des membres du Département et surtout, leurs contributions au bon fonctionnement. Quant à ma recherche doctorale, c'est grâce à plusieurs membres du personnel administratif que j'ai pu avoir accès à de nombreuses archives du Département. Cette thèse n'aurait pu être soumise sans le travail méticuleux de RS, technicienne en dossiers étudiants, qui m'a accompagné dans les méandres bureaucratiques associés à mon inscription à un doctorat individualisé, à l'intégration dans mon dossier d'un cours fait à l'UQAM, à la vérification périodique de mon statut et des documents à compléter. Surtout, RS m'a soutenue émotionnellement dans mon expérience de la parentalité au Département me demandant à chaque rencontre comment allait la petite famille et m'invitant personnellement aux fêtes de Noël des enfants. Ses actions ont contribué à rendre le climat organisationnel plus chaleureux pour moi qui vivais un sentiment de non-appartenance à la communauté.

\*\*\*

J'ai présenté les perspectives du Département et de la PHYSUM associées aux identités de rôles. Le Département agit comme un gestionnaire : il accommode ses membres par des mesures informelles, il met en place des mesures réfléchies et coordonnées telles les bourses pour étudiantes et il valorise le respect et l'inclusion. La PHYSUM agit comme un liquide en ébullition. Plusieurs membres s'expriment sur l'urgence d'agir. Des actions apparaissent de manière spontanée et chaotique. Dans certains cas, cela mène à un éclatement temporaire de l'organisation. Enfin, le personnel administratif est absent des discours organisationnels et c'est par un exercice d'introspection que je les intègre dans ma trame narrative associée au Département.

Il serait erroné de présumer que ces perspectives évoluent côte à côte sans se rencontrer et qu'une identité de rôle contraint la personne à une approche en particulier. En voici deux exemples. Depuis 2014, des membres du corps professoral et étudiant travaillent de concert sur la diversité, l'inclusion et la promotion d'un climat organisationnel respectueux au comité Diversité Physique (D-PHY), sanctionné par le Département et abordé au chapitre 6. Ce groupe met en place des mesures qui cultivent un climat organisationnel respectueux et inclusif et réagit aussi à des incidents. Sur le thème de la crise climatique et du véganisme, en 2019, deux professeurs du Département de physique ont créé une « bulle » en invoquant



l'urgence d'agir et en imposant leur agenda au comité environnement de l'association étudiante. Le comité environnement a été bousculé, mais a accepté d'endosser le projet pour compter sur le pouvoir d'influence qu'ajoutent ces deux professeurs. Cette collaboration a donné lieu à un midi-discussion sur la véganisation, une motion en assemblée étudiante où ces professeurs ont pris la parole pour présenter leur projet ainsi qu'un événement comprenant conférences, table ronde, buffet végétalien et boissons alcoolisées. Ici, l'objectif n'était pas de cultiver un terreau de conscience environnementale, mais de mener à bien une action ciblée. Ces exemples illustrent que des groupes ayant une mixité de rôles peuvent s'intégrer dans l'une ou l'autre des perspectives pour mener à bien ses actions visant à opérer un changement dans les valeurs organisationnelles.

#### 4.2.3.4. *Conclusion partielle*

En conclusion, à partir des manifestations de la culture organisationnelle, j'ai analysé les valeurs et les manifestations associées aux identités collectives, de rôle et individuelles au Département. Cette variété de niveaux de travail identitaire en dit long sur pourquoi il n'y aurait pas une explication simple au « problème de la sous-représentation des femmes en sciences ». Au chapitre suivant, je saute à pieds joints dans la discipline de la physique pour y étudier les désintégrations de mésons B en trois particules, bonnes candidates à la détection de violation de la symétrie CP. Ensuite, j'analyse comment se manifeste le travail identitaire dans les pratiques de recherche et la communication quotidienne dans un projet de physique.



# Chapitre 5

---

## Physique des mésons $B$ et stratégies épistémiques

*All too often in physics familiarity is a substitute for understanding, and the beginner who lacks familiarity wonders which is at fault : physics or [her]self.*

Yvonne Choquet-Bruhat, Cecile De Witt-Morette et Margaret Dillard-Bleick, 1977

Pour asseoir cette thèse individualisée bidisciplinaire, voici un chapitre hybride où se rencontrent les disciplines de physique et de communication. Il m'était très important qu'il soit au centre de la thèse et non un chapitre greffé au début ou à la fin et ce, pour deux raisons. D'une part, je conçois cette démarche doctorale comme un mélange des disciplines. D'autre part, alors que plusieurs de mes collègues en physique séparent le social (la vie départementale) de la recherche en physique (la création de savoirs), dans le quotidien, j'estime que ces deux aspects sont indissociables et interdépendants. Autrement dit, la recherche en physique n'est pas quelque chose que l'on fait en parallèle de la vie départementale (chapitre 4) ou de l'implication en comité (chapitre 6), mais conjointement ou de manière intercalée. Concernant la structure même du chapitre, j'ai voulu aussi mélanger ensemble la partie en physique et la partie ethnographique à la manière d'un dégradé (physique  $\rightarrow$  ethnographie). Pour ce faire, je commence par un encadré de vulgarisation visant à situer ce qui suivra pour les personnes peu familières avec les notions en physique des mésons  $B$ . Par la suite, je suis le fil conducteur de la physique à travers la mise en situation, la justification du sujet et la présentation des résultats. Reprenant ensuite le fil ethnographique, sans pour autant laisser tomber complètement la physique, je revisite ma démarche en physique sous le regard des stratégies épistémiques. La transition physique-communication complétée, je plonge alors profondément dans mes propres tergiversations identitaires.

De manière plus détaillée, voici la structure du texte qui suit. En premier lieu, je présente un projet de recherche en physique des particules auquel j'ai contribué s'intitulant *Amplitudes diagrammatiques de tous les états de symétries des désintégrations  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$*  que je vais appeler, dans ce qui suit, le projet *Désintégrations  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$* <sup>1</sup>. Ce projet vise à mesurer la phase  $\gamma$  par les désintégrations de mésons  $B$  en trois particules pseudoscalaires. Concrètement, j'ai proposé une méthode d'analyse qui correspond à la théorie. Ensuite, je présente à la section 5.2 le document de travail rédigé en anglais et envoyé à l'équipe chargée de faire l'ajustement de données avec les données expérimentales.

En second lieu, j'effectue une analyse du travail identitaire effectué durant ce projet à travers mon regard d'ethnologue « chez-soi » (chercheure-participante) et ce, à partir des pratiques de recherche et de la communication quotidienne du projet de physique complété. Alors que ce chapitre aborde de manière explicite et en profondeur mon travail identitaire personnel, j'ai été plus fortement confrontée à l'un des enjeux de l'ethnographie « chez soi » qui est le manque de distance critique envers le milieu étudié. Cet enjeu s'est révélé majeur dans le travail ethnographique cérébral et d'écriture et pour créer une distance critique, j'ai modelé une transition pour passer des équations à un récit interprétatif. J'ai donc choisi de séparer l'analyse en deux niveaux, et ce, même si cela peut entraîner certaines répétitions de contenu. Dans un premier temps, je revisite le travail effectué dans le projet de physique à travers plusieurs étapes (de la justification du sujet à la diffusion des résultats de recherche) et, pour chacune d'elles, j'ai identifié les stratégies épistémiques employées (section 5.3). Dans un deuxième temps, je reprends les éléments de l'analyse des stratégies épistémiques pour plonger encore plus profondément dans le travail identitaire que j'ai dû effectuer, particulièrement autour de trois aspects : maintenir une identité de physicienne, se sentir impositrice et enfin, recadrer le séminaire (section 5.4).

Avant de poursuivre à la section suivante, je présente brièvement l'environnement de recherche ainsi que la chronologie du projet. Au département de physique, l'étude de la physique des particules s'effectue au sein du Groupe de Physique des Particules soit le GPP. Le GPP a trois principales orientations de recherche : la détection de matière sombre (expérience PICO), l'analyse des données de l'expérience ATLAS ainsi que le groupe en théorie (surnommé GPP-théorie). Je m'inscris dans la branche en phénoménologie du GPP-théorie, c'est-à-dire à la jonction des méthodes théoriques et expérimentales. Ainsi, en novembre 2014, je rencontre David London, mon directeur de thèse, pour discuter du projet que je vais accomplir. Il me propose de travailler sur les désintégrations de mésons  $B$  en trois particules pseudoscalaires et voudrait que (1) je pose les états de symétries mixtes, (2) maîtrise l'analyse diagrammatique et (3) vérifie ses calculs d'amplitude. Cette « méthode d'analyse » sera

---

1. À prononcer : Désintégration de  $B$  en  $K\pi\pi$  et de  $B$  en  $KK\bar{K}$ .

par la suite reprise par des collaborateurs et collaboratrices afin de mesurer l'angle  $\gamma$  à partir des données de l'expérience BaBar. J'écrirais un rapport comprenant les approximations et justifications nécessaires à la mesure de l'angle  $\gamma$  dans la violation CP auquel s'ajoutera la contribution d'un autre collaborateur. Celui-ci a utilisé le logiciel *Mathematica* pour calculer les amplitudes de désintégration et ses résultats diffèrent parce que les particules n'ont pas été identifiées de la même manière. En décembre 2018, les premiers résultats pour le cas symétrique sont soumis à la revue Physical Review D et publiés dans le répertoire ArXiv. Ce projet est le travail d'une dizaine de personnes échelonné sur plusieurs années, mais ce chapitre se concentre sur ma contribution personnelle au projet <sup>2</sup>.

## 5.1. Introduction à la violation CP et la physique des mésons $B$

Dans cette section, je présente les bases théoriques nécessaires à la compréhension du projet *Désintégrations  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$* . Je commence par décrire brièvement la théorie du Modèle standard <sup>3</sup>. Ensuite, pour faire une mesure, des physiciens et physiciennes produisent un code d'analyse d'ajustement de données qui combinent les données expérimentales aux paramètres théoriques. Je débute par le Modèle standard et la matrice CKM qui décrit les changements de saveur des quarks par l'interaction faible (5.1.2). Ensuite, je présente un historique des évidences expérimentales de violation CP (5.1.3). J'aborde la paramétrisation de Wolfenstein de la matrice CKM qui permet d'explicitier mathématiquement l'angle  $\gamma$  (5.1.4). Je présente la violation CP dans le cas particulier des désintégrations de mésons  $B$  (5.1.5). Enfin, j'explicitie la désintégration de mésons  $B$  en deux et trois particules pseudoscalaires (5.1.6). J'invite les lecteurs et lectrices qui voudront une vue d'ensemble de la problématique sans l'arsenal mathématique à lire le résumé qui suit (encadré 5.1.1).

---

2. En ordre alphabétique, Bhubanjyoti Bhattacharya, Michael Gronau, Maxime Imbeault, David London, Nicolas Rey-Le Lorier, Jonathan L. Rosner ont posé les bases de mon projet. Pour la suite, Emilie Bertholet, Eli Ben-Haim, Matthew Charles et Thomas Grammatico utilisent mes résultats afin calculer l'angle  $\gamma$ .

3. Comme le rapporte Reyes Galindo (2011), les physiciens et physiciennes utilisent souvent modèle et théorie de manière interchangeable. Ici, un modèle réfère à une description d'un élément du monde physique et peut faire l'objet de discussions au sein de la communauté (par exemple la « théorie » des cordes). Une théorie a démontré sa validité par sa concordance avec les observations et la validité de ses prédictions et fait l'objet d'un consensus scientifique.

### 5.1.1. Résumé de la section : Angle $\gamma$ en violation CP et désintégration de mésons $B$

En physique des particules, le Modèle standard est une théorie qui décrit les particules et leurs interactions. Appuyé par de nombreuses validations expérimentales comme la découverte du quark top (1995) ou le Boson de Higgs (2012), le Modèle standard fait l'objet d'un consensus dans la communauté en physique. Le Modèle standard intègre autant des prémisses mathématiques (groupes de symétries) que des « paramètres libres », c'est-à-dire des valeurs devant être déterminées expérimentalement. Il est important de savoir que le Modèle standard n'explique pas tout (comme la gravitation, la matière sombre, les proportions de matière et d'antimatière dans l'univers, etc.), ce qui sert de justification à de nombreuses recherches en physique des particules. Ce faisant, pour les théoriciens et théoriciennes, le Modèle standard peut être utilisé comme base à de nouveaux modèles qui peuvent proposer, notamment, de nouvelles particules.

De manière élargie, le projet *Désintégrations  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$*  contribue à l'explication des proportions de matière et d'antimatière dans l'Univers, dont les processus sont actuellement décrits par la théorie du Modèle standard. Brièvement, certaines interactions de type faible violent la symétrie charge-parité (CP, i.e. de matière et d'antimatière), mais elles ne sont pas suffisantes pour répondre aux observations expérimentales (voir section 5.1.3). Pour résoudre cette incohérence entre les prédictions théoriques et les mesures expérimentales, il faut trouver d'autres sources de violation CP.

Pour mieux comprendre, il faut connaître l'évolution cosmologique de l'Univers. Dans son très jeune temps (de  $\sim 10$  secondes à  $\sim 47\,000$  ans), l'univers était radiatif, c'est-à-dire composé à majorité de photons. Lorsque deux photons ( $\gamma$ ) se mettent en collision, ils émettent une particule ( $P$ ) et une antiparticule ( $\bar{P}$ ) de la manière suivante  $\gamma + \gamma \rightleftharpoons P + \bar{P}^a$ . De nos jours, alors que l'Univers est composé plutôt de matière conventionnelle, de matière sombre et d'énergie sombre, il devrait donc avoir dans l'univers autant de matière que d'antimatière. Ce n'est pas le cas. Les observations des télescopes sont claires. Peu importe les éléments observés (étoiles, galaxies, nuages interstellaires, amas) et selon quelle direction, tout semble être fait de matière.

Par conséquent, il faut que certaines interactions violent l'opération charge-parité (CP), c'est-à-dire le processus qui produit en même quantité matière et antimatière. Plus précisément, l'opérateur de conjugaison de charge (C) inverse les nombres quantiques d'une particule. La parité est l'action mathématique d'inversion des coordonnées géométriques qui fait que  $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$  devient  $(-\vec{x}, -\vec{y}, -\vec{z})$ . Le temps, la masse, l'énergie et le moment angulaire ne sont pas changés sous la parité. À l'opposé, la position, la vitesse, l'accélération, l'hélicité <sup>b</sup> et le vecteur de force changent de signes sous l'opération parité.

Le Modèle standard, la théorie actuelle en physique des particules, prédit que certaines interactions de type faible violent l'opération CP. Mathématiquement, cela se trouve dans un élément de la matrice Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM) <sup>c</sup>. Malheureusement, ces quelques processus ne suffisent pas à expliquer la disparition de l'antimatière à l'échelle de l'univers. On cherche alors de nouveaux processus qui violent la charge et la parité des particules puisque les mécanismes de violations CP ne sont pas entièrement bien compris. Pour ce faire, on part d'une caractéristique de la matrice CKM qui consiste à représenter certains éléments matriciels comme des côtés d'un triangle (voir figure 20). Illustrer ces relations sous la forme d'un triangle permet d'évaluer si la somme des trois angles intérieurs suit la relation  $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$  caractéristique primordiale des triangles. Par exemple, si la mesure de l'angle  $\gamma$  fait en sorte que le triangle ne ferme pas, il y a un indice de « nouvelle physique ».

Actuellement, les expériences de détection directe n'ont pas découvert de particules qui ne s'intègrent pas au Modèle standard. Cela laisse supposer que les masses de ces particules sont supérieures à la sensibilité des expériences ou qu'elles ne se couplent (presque) pas à la matière conventionnelle. Toutefois, les méthodes de recherche indirecte sont sensibles à un plus grand intervalle de masse, car selon un mécanisme de la mécanique quantique, des interactions peuvent créer des « boucles » contenant des « particules virtuelles » pouvant avoir des masses supérieures aux limites d'observation actuelles.

Nous concentrerons nos efforts dans la mesure de l'angle  $\gamma$  du triangle CKM pour deux raisons. Premièrement, l'angle  $\gamma$  est le moins bien connu, c'est-à-dire que celui dont la valeur comporte les plus grandes incertitudes. Deuxièmement, l'angle  $\gamma$  a principalement été mesuré à partir de désintégration de mésons  $B$  de type arbre (c'est-à-dire des diagrammes sans boucles quantiques) <sup>d</sup>. Ici, nous proposons une analyse intégrant des diagrammes de type pingouin (avec boucles quantiques).

Ce faisant, j'étudie les désintégrations de mésons  $B$  en trois particules (Rey-Le Lorier et al., 2011). L'état final de ces trois particules peut comporter diverses symétries comme l'état complètement symétrique, l'état complètement antisymétrique et les états de symétries mixtes. Les états de symétries mixtes comportent seulement deux particules (sur trois) dans un état de symétrie ou d'antisymétrie. En posant les divers états de symétrie et en comparant le nombre de paramètres théoriques aux observables expérimentaux, le projet offre une méthode d'analyse servant à faire un ajustement de données pour extraire l'angle  $\gamma$ .

- a.* Les interactions entre les particules sont soumises à des processus de conservation (conservation de la masse, de la charge, du nombre leptonique, de l'énergie, etc.).
- b.* L'hélicité est la mesure selon laquelle le vecteur du spin d'une particule est aligné sur le vecteur de l'impulsion de celle-ci.
- c.* La matrice CKM décrit la manière dont les quarks changent de saveur par l'intermédiaire de l'interaction faible
- d.* Un méson est une particule composite (quark-antiquark). Ici, nous étudions les particules  $(\bar{b}u)$ ,  $(\bar{b}d)$  et  $(\bar{b}s)$ .

### 5.1.2. Le Modèle standard, l'interaction faible et la matrice CKM

Le Modèle standard est la théorie actuelle en physique des particules et permet de décrire les interactions entre les particules élémentaires. Il existe quatre types de particules élémentaires, les leptons, les quarks, les bosons de jauge et le boson de Higgs. Ces particules sont dites élémentaires, car il est supposé qu'elles n'ont pas de structure interne. Il y a six quarks – up, down, charm, strange, top, bottom – regroupés en trois générations  $(u,d)$ ,  $(c,s)$ ,  $(t,b)$ . Il y a aussi six leptons – l'électron, le muon, le tau, le neutrino électronique, le neutrino muonique et le neutrino taunique – regroupés aussi en trois générations. Les leptons et les quarks ont aussi chacun une antiparticule<sup>4</sup>. Le photon,  $\gamma$  médie la force électromagnétique (la lumière entre autres), le gluon, la force forte (la cohésion des quarks dans les protons et neutrons) et les bosons  $Z^0$ ,  $W^+$  et  $W^-$ , la force faible (les désintégrations radioactives). Enfin, le boson de Higgs est la particule qui médie le champ de Higgs. Ce dernier décrit le mécanisme par lequel certaines particules élémentaires acquièrent une masse. L'ensemble de ces particules est souvent représenté dans un tableau organisé par type de particule et par génération comme à la figure 13.

---

4. Lorsqu'une particule rencontre une antiparticule cette réaction génère un ou plusieurs photons. L'antiparticule la plus connue est certainement le positron, antiparticule de l'électron, utilisée notamment en physique médicale.



Particules de matière (fermions)			Particules d'interactions	boson de masse
I	II	III		
2.4 MeV +2/3 1/2 <b>u</b> up	1.27 GeV +2/3 1/2 <b>c</b> charm	171.2 GeV +2/3 1/2 <b>t</b> top	0 0 1 <b>γ</b> photon	125 GeV 0 0 <b>H</b> boson de Higgs
4.8 MeV -1/3 1/2 <b>d</b> down	104 GeV -1/3 1/2 <b>s</b> strange	4.2 GeV -1/3 1/2 <b>b</b> bottom	0 0 1 <b>g</b> gluon	
<2.2 eV 0 1/2 <b>ν<sub>e</sub></b> neutrino électronique	<0.17 MeV 0 1/2 <b>ν<sub>μ</sub></b> neutrino muonique	<15.5 MeV 0 1/2 <b>ν<sub>τ</sub></b> neutrino tauique	0 0 1 <b>Z<sup>0</sup></b> boson Z	
511 KeV -1 1/2 <b>e</b> électron	105.7 MeV -1 1/2 <b>μ</b> muon	1.777 GeV -1 1/2 <b>τ</b> tau	80.4 GeV ±1 1 <b>W<sup>±</sup></b> bosons W	

BOSONS DE JAUGE	
nom	symbole
spin	
charge électrique	
masse	
125 GeV	<b>H</b>
	boson H

FIGURE 13. Le Modèle standard en physique des particules.

L'interaction faible<sup>5</sup> permet de changer la saveur des quarks, c'est-à-dire changer un quark  $d$  en  $u$  ou un quark  $t$  en  $b$ . Débutons par un exemple concret d'interaction faible soit la désintégration du carbone 14. Le carbone 14 est composé de 8 neutrons et 6 protons. Cet isotope est instable et sa durée de demi-vie est d'environ 5700 ans. Le carbone 14 atteint un état de moindre énergie en convertissant un neutron en proton selon le processus suivant :

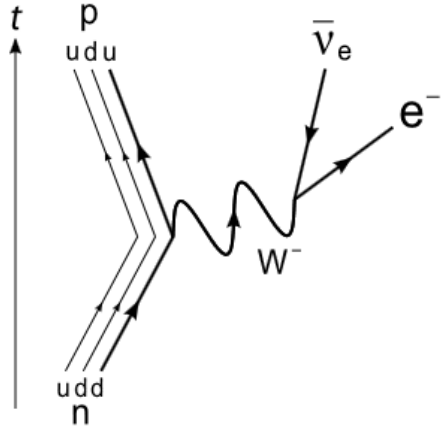


Ici, le carbone 14 est devenu un atome d'azote par la transformation d'un des neutrons en protons à travers l'interaction faible dont le processus à l'échelle des particules élémentaires est schématisé à la Figure 14. Ici, les neutron ( $udd$ ) devient un proton ( $udu$ ) en émettant un électron et un antineutrino électronique. Le médiateur de l'interaction est le boson  $W^-$ . Notons que les interactions entre les particules élémentaires suivent plusieurs lois de conservation associées notamment aux diverses caractéristiques des particules comme la charge et le nombre leptonique. Dans cette désintégration ces trois caractéristiques sont conservées. L'énergie est conservée alors que la masse du neutron,  $939.565 \text{ MeV}/c^2$ , est plus élevée que la somme de la masse du proton,  $938.272 \text{ MeV}/c^2$ , et celle de l'électron,  $0.511 \text{ MeV}/c^2$ <sup>6</sup> : l'excédent de « masse » est transformé en mouvement (énergie cinétique). La charge est conservée même si le quark  $d$  ( $q = -1/3$ ) se transforme en quark  $u$  ( $q = 2/3$ ), c'est-à-dire de charge opposée, cette transformation émet un boson  $W^-$  ce qui donne  $-1/3 = 2/3 + (-1)$ . Le nombre leptonique initial est de 0<sup>7</sup>, tout comme dans l'état final où la somme des nombres leptoniques de l'électron (1) et de l'antineutrino électronique (-1) est 0.

5. De manière intéressante, c'est la seule force, à l'exception de la gravité, à affecter toutes les particules du modèle standard (Griffiths, 2008; Martin et Shaw, 2013).

6. D'une part, la masse peut se convertir en énergie par la formule  $E = mc^2$  dans le cas non relativiste. D'autre part, la masse du neutrino est considérée comme négligeable.

7. Par définition, les quarks ont un nombre leptonique de 0 puisqu'ils ne sont pas des leptons.



**FIGURE 14.** Le neutron se désintègre en proton en émettant un boson  $W^-$  lorsqu'un quark  $d$  se transforme en quark  $u$ . Le  $W^-$  est instable dû à sa grande masse et se désintègre en paire électron-neutrino électronique.

Cette transformation est loin d'être le seul type d'interaction faible. En fait, les quarks  $(u, c, t)$  peuvent se transformer naturellement en quark  $(d, s, b)$  pour autant que la masse du quark initial soit plus grande que celle du quark final<sup>8</sup>. Certaines transformation sont plus probables que d'autre tel que schématisé à la Figure 15. Dans cette figure, il y a 9 traits représentant les 9 types de désintégrations possibles. Le type de trait est représentatif de l'importance du processus<sup>9</sup>. Alors que dans notre premier exemple (la désintégration radioactive du carbone 14), la transformation se faisait au sein d'une même génération, considérons maintenant la désintégration de la particule lambda  $\Lambda^0(uds)$ ,  $\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^-$ , où il y a changement de génération<sup>10</sup>. La Figure 16 présente le diagramme de Feynman associé.

Mathématiquement, le fait que cette désintégration existe signifie que la force faible n'agit pas sur les états propres de masse

$$\begin{pmatrix} u \\ d \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c \\ s \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} t \\ b \end{pmatrix}, \quad (4)$$

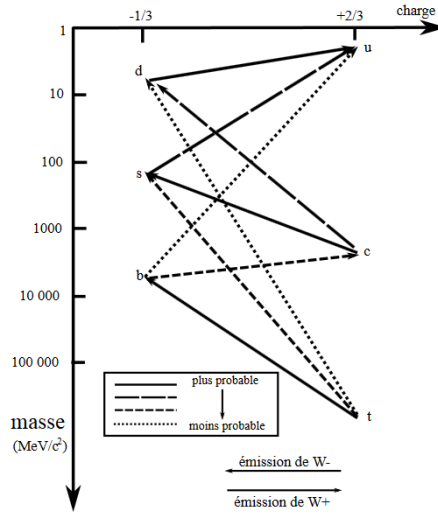
mais plutôt à des états propres de saveur

$$\begin{pmatrix} u \\ d' \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c \\ s' \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} t \\ b' \end{pmatrix}. \quad (5)$$

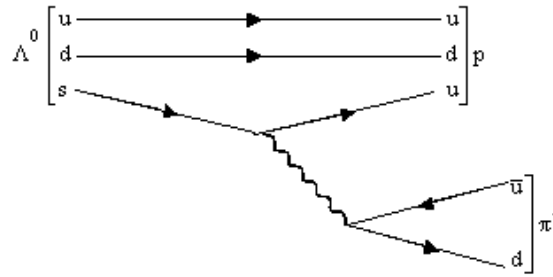
8. Autrement, il faut des accélérateurs et collisionneurs de particules pour augmenter l'énergie totale (de masse et cinétique) des particules.

9. On note que les quarks ont tendance à rester dans la même génération, c'est-à-dire que le quark  $c$  aura plus tendance à se transformer en quark  $s$  qu'en quark  $b$ . Aussi, lorsque la flèche va de la gauche vers la droite, il y a émission de  $W^-$  tandis lorsque la flèche va de la droite vers la gauche, il y a émission de  $W^+$ .

10. Cette désintégration survient environ 60 % du temps. La désintégration  $\Lambda \rightarrow n + \pi^0$  est aussi possible.



**FIGURE 15.** Les six saveurs de quarks en fonction de la charge et de la masse. La robustesse du trait est proportionnelle à l'importance du canal de désintégration. Les désintégrations se font toujours du quark le plus lourd vers le quark le plus léger.



**FIGURE 16.** Diagramme de Feynman pour la désintégration de la particule lambda en proton et pion. La ligne ondulée représente le  $W^-$ .

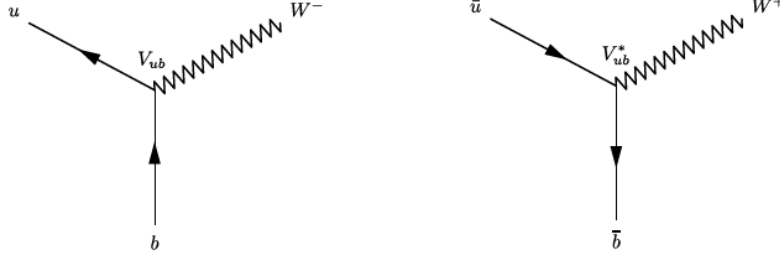
où  $d'$ ,  $s'$  et  $b'$  sont des combinaisons linéaires des quarks *physiques*  $d$ ,  $s$  et  $b$ . Pour réécrire les quarks  $d'$ ,  $s'$  et  $b'$  en terme de  $d$ ,  $s$  et  $b$ , on utilise le formalisme matriciel comme suit.

$$\begin{pmatrix} d' \\ s' \\ b' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{ud} & V_{us} & V_{ub} \\ V_{cd} & V_{cs} & V_{cb} \\ V_{td} & V_{ts} & V_{tb} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} d \\ s \\ b \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Il s'agit ici de la matrice CKM. Si cette matrice était l'identité<sup>11</sup>, alors les quarks physiques ( $d, s, b$ ) seraient égaux aux quarks de saveur ( $d', s', b'$ ) et aucune interaction modifiant la génération des quarks ne serait possible. Comme ce n'est pas le cas, regardons de plus près les coefficients de la matrice présentée à l'équation (6). La Figure 17 présente le diagramme de Feynman pour la transition  $b \rightarrow u + W^-$  de même que l'anti-processus  $\bar{b} \rightarrow W^+ + \bar{u}$ . Ici,

11. Une matrice identité est une matrice dont la diagonale est 1 et tous les autres termes sont 0. Par exemple,  $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$  est une matrice unitaire 2 par 2.

$V_{ub}$  est le facteur relatif au vertex de la réaction et  $V_{ub}^*$ , le facteur relatif à l'anti-réaction. C'est selon les règles de calculs associés au formalisme des diagrammes de Feynman que l'on obtient la valeur de  $V_{ub}$ .



**FIGURE 17.** Diagramme de Feynman pour le vertex  $b \rightarrow u$  par émission d'un boson  $W^-$  (à gauche). Diagramme de Feynman pour la situation inverse selon CP soit  $\bar{b} \rightarrow W^+ \bar{u}$  (à droite).

Voici donc les valeurs expérimentales (Olive et al., 2014) :

$$\begin{aligned}
 V_{CKM} &= \begin{pmatrix} |V_{ud}| & |V_{us}| & |V_{ub}| \\ |V_{cd}| & |V_{cs}| & |V_{cb}| \\ |V_{td}| & |V_{ts}| & |V_{tb}| \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} 0.97427 \pm 0.00014 & 0.22536 \pm 0.00061 & 0.00355 \pm 0.00015 \\ 0.22522 \pm 0.00061 & 0.97343 \pm 0.00015 & 0.0414 \pm 0.0012 \\ 0.00886^{+0.00033}_{-0.00032} & 0.0405^{+0.0011}_{-0.0012} & 0.99914 \pm 0.00005 \end{pmatrix} \quad (7)
 \end{aligned}$$

Les valeurs de la diagonale sont près de 1, ce qui corrobore avec le fait que les quarks ont tendance à interagir au sein d'une même génération. Tirées de Rosner (1994); Olive et al. (2014), nous présentons brièvement les processus utilisés pour d'arriver à ces valeurs expérimentales.

La valeur de  $|V_{ud}|$  est obtenue par trois méthodes soit par l'étude des désintégrations beta  $0^+ \rightarrow 0^+$ <sup>12</sup>, la mesure du temps de vie du neutron et de l'étude de la désintégration  $\pi^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \nu_e$ . La valeur de  $|V_{us}|$  est mesurée à partir de la moyenne sur les désintégrations de kaons soient  $K_L^0 \rightarrow \pi e \nu_e$ ,  $K_L^0 \rightarrow \pi \mu \nu_\mu$ ,  $K^\pm \rightarrow \pi^0 e^\pm \nu_e$ ,  $K^\pm \rightarrow \pi^0 \mu^\pm \nu_\mu$  et  $K_S^0 \rightarrow \pi e \nu_e$ . L'amplitude de  $|V_{cd}|$  est extraite des désintégrations de mésons D soient  $D \rightarrow \pi l \nu_l$  et  $D \rightarrow K l \nu_l$ . Auparavant, cette mesure était obtenue par un faisceau de neutrinos ou d'antineutrinos en mesurant le ratio entre les désintégrations produisant deux muons sur les désintégrations produisant un muon.  $|V_{cs}|$  est obtenu à partir des rapports d'embranchements des désintégrations de mésons  $D_s$  soient  $D_s^+ \rightarrow \mu + \nu_\mu$  et  $D_s^+ \rightarrow \tau^+ \nu_\tau$ .

12.  $0^+$  réfère au spin et à la parité de l'état initial et final soit  $J^\pi = 0^+$ .

La mesure de  $|V_{cb}|$  est d'un grand intérêt pour le projet de thèse proposé, car sa mesure provient des désintégrations de mésons  $B$  en quark charmé  $b \rightarrow cl\bar{\nu}_l$ <sup>13</sup>. La précision relative à partir de la désintégration  $\bar{B} \rightarrow D^*l\bar{\nu}_l$ <sup>14</sup> est d'environ 2 % tandis que le processus  $\bar{B} \rightarrow Dl\bar{\nu}_l$  est de 5 %. Ces réactions peuvent être mesurées de manière exclusive ou inclusive<sup>15</sup> et sont de type semileptonique puisqu'il y a un boson  $W$  qui émet une paire lepton neutrino.

$|V_{ub}|$  est déterminé à partir des réactions inclusives de type  $B \rightarrow X_ul\bar{\nu}$ . Cependant, les réactions de type  $B \rightarrow X_cl\bar{\nu}$  sont un grand bruit de fond. Les usines à mésons  $B$  (*B factories*) ont produit tellement d'événements  $B\bar{B}$  qu'il est possible de sélectionner les événements  $B \rightarrow X_ul\bar{\nu}$  où l'événement de l'autre méson  $B$  a été complètement reconstruit. Il est aussi possible d'extraire  $|V_{ub}|$  à partir des canaux exclusifs. Par exemple la désintégration  $B \rightarrow \pi l\bar{\nu}$  a été utilisée. Enfin, la mesure du rapport d'embranchement de  $B \rightarrow \tau\bar{\nu}$  permet aussi la mesure de  $|V_{ub}|$ , mais cette mesure n'est pas incluse dans la moyenne de l'équation (7).

Les valeurs de  $|V_{td}|$  et  $|V_{ts}|$  peuvent difficilement être extraites avec précision des diagrammes en arbre impliquant un quark top<sup>16</sup>. Les méthodes préconisées sont alors la mesure des oscillations  $B - \bar{B}$ , par les diagrammes en boîte impliquant des quarks top et par les désintégrations rares de K et B par boucles. De plus, des incertitudes théoriques limitent actuellement la précision de  $|V_{td}|$  et  $|V_{ts}|$ . À défaut de pouvoir obtenir ces valeurs séparément, à travers plusieurs processus, les scientifiques déterminent plutôt la valeur du ratio  $|V_{td}|/|V_{ts}|$ . Le rapport d'embranchement inclusif du processus  $B \rightarrow X_s\gamma$  pour  $E_\gamma > E_0 = 1.6\text{GeV}$  permet aussi la mesure de  $|V_{tb}V_{ts}|$ . Le taux de désintégration  $B_s \rightarrow \mu^+\mu^-$  est aussi proportionnel à  $|V_{tb}V_{ts}|^2$ . Enfin, il serait possible de déterminer  $|V_{td}|/|V_{ts}^*|$  par la désintégration  $K^+ \rightarrow \pi^+\nu\bar{\nu}$ .

Finalement,  $|V_{tb}|$  est obtenu par le ratio des rapports d'embranchements des désintégrations du quark top soit  $R = \mathcal{B}(t \rightarrow Wb)/\mathcal{B}(t \rightarrow Wq) = |V_{tb}|^2$  où q réfère aux quarks b, s et d.  $|V_{tb}|$  est aussi calculable à partir de la section efficace de la production d'un seul quark top.

---

13. Ici,  $l$  est considéré comme un électron ou un muon

14.  $D^*$  est un état excité du méson D et se désexcite en émettant un  $\pi^0$ .

15. Une réaction est dite exclusive lorsque tous ses produits sont connus et mesurés. On parle alors d'un processus bien défini. À l'opposé, les processus inclusifs comportent une série de processus puisque certains des produits ne sont pas connus. Dans le cas d'une désintégration de méson  $B$ , elle peut avoir la forme  $B \rightarrow X_cl\bar{\nu}_l$  ou encore  $B \rightarrow X_s\gamma$ .

16. Le quark top ne peut se combiner avec un autre quark pour former un méson ou un baryon, il devient alors difficile de mesurer ses produits de désintégrations sous la forme d'un diagramme arbre (sans boucles quantiques).

### 5.1.3. Violation charge-parité (CP)

La parité est l'opération d'inversion de l'espace, c'est-à-dire que chaque coordonnée  $x^i$  est transformée en  $-x^i$ . Le temps, la masse, l'énergie et le moment angulaire<sup>17</sup> ne sont pas changés sous la parité. À l'opposé, la position, la vitesse, l'accélération, l'hélicité<sup>18</sup> et le vecteur de force changent de signes sous l'opération parité. L'interaction forte, l'interaction électromagnétique et la gravité conservent la parité, c'est-à-dire que l'état d'une particule ne dépend pas de l'orientation du système de coordonnées (droit ou gauche).

La première expérience qui montra que les interactions faibles violent la parité fut dirigée par la physicienne Chien-Shiung Wu en 1957. Un échantillon de cobalt-60 est placé dans un solénoïde<sup>19</sup> et est refroidi à 0.01 K. À cette température, les interactions du moment magnétique du noyau avec le champ magnétique ont préséance sur le désordre thermique. Ainsi, les spins du noyau s'alignent parallèlement au champ magnétique. Le cobalt se désintègre alors sous le processus suivant



L'atome de cobalt peut avoir deux types émissions d'électron soit de manière parallèle au spin ou antiparallèle au spin (voir Figure 18). Le processus de droite représente le processus de gauche sous inversion de la parité. En cas de conservation de la parité, les deux processus devraient être équiprobables. En fait, les mesures de Wu ont montré une asymétrie dans la direction d'émission des électrons. Les électrons étaient émis 60 % du temps selon la première configuration et 40 % du temps selon la deuxième.

De nombreuses expériences subséquentes ont montré que sous interaction faible le deuxième processus est supprimé, autrement dit, que la parité est maximale violée dans les processus d'interaction faible. Pour résoudre cette incohérence théorique, il a été proposé que les neutrinos sont gauchers (leur impulsion et spin doivent être de direction opposée) et les antineutrinos droitiers (leur impulsion et spin sont dans la même direction). En considérant que l'émission de l'antineutrino est opposée à celle de l'électron, l'antineutrino doit être émis dans la même direction que le spin, ( $\vec{J}$ ), comme dans la situation favorisée de la Figure 18.

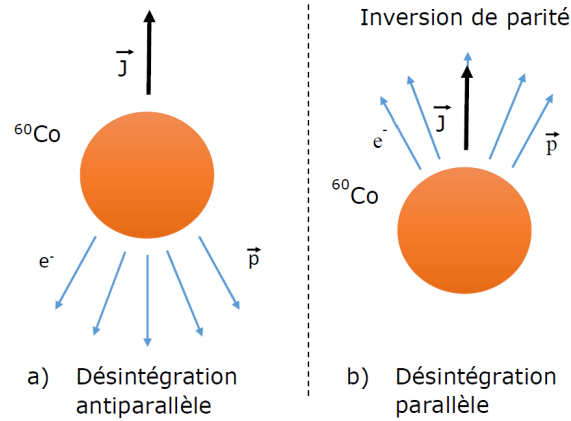
Introduisons maintenant l'opérateur conjugaison de charge,  $\hat{C}$ , qui inverse le signe de la charge de la particule. En fait, l'opérateur de conjugaison de charge inverse le signe de tous

---

17. Le moment angulaire  $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$  est transformé sous la parité en  $\hat{P}\vec{L} = -\vec{r} \times -\vec{p} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{L}$ .

18. L'hélicité est la mesure selon laquelle le vecteur du spin d'une particule est aligné sur le vecteur de l'impulsion de celle-ci. Ainsi, une particule droite, dont la direction du spin et de l'impulsion sont parallèle, a une hélicité de +1 tandis qu'une particule gauche, dont la direction du spin et de l'impulsion sont antiparallèle, a une hélicité de -1.

19. Un solénoïde dans lequel passe un courant électrique produit un champ magnétique quasi uniforme à son centre.



**FIGURE 18.** Démonstration de la mesure d’anomalie de la parité sur le cobalt-60. a) La désintégration antiparallèle consiste en une émission d’électron dans le sens opposé au spin de l’atome. b) La désintégration parallèle consiste en une émission d’électron dans le sens du spin de l’atome. En appliquant la parité sur a), on obtient b) et vice-versa. Si la parité était conservée, les deux mécanismes seraient équiprobables seulement c’est la désintégration antiparallèle a) qui est favorisée. Les antineutrinos, absents du schéma, sont émis en direction opposée des électrons.

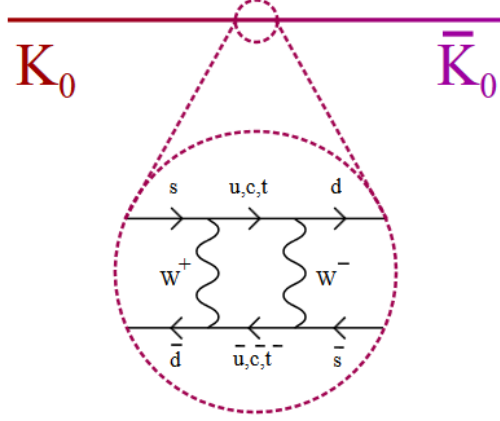
les nombres quantiques internes soient la charge, le nombre baryonique, le nombre leptonique, etc., tout en laissant inchangés la masse, l’énergie, l’impulsion et le spin. Autrement dit, il transforme une particule en son antiparticule.

Historiquement, la violation de la parité dans les interactions faibles avait causé un émoi dans la communauté scientifique et celle-ci s’était consolée en se convainquant de la conservation charge-parité. Cependant, Gell-Mann et Pais ont noté des effets étranges dans les systèmes de mésons  $K$  neutres,  $K^0$  et  $\bar{K}^0$  qui pourraient mettre en jeu la conservation charge-parité (Gell-Mann et Pais, 1955). En considérant que ces particules puissent passer de l’une à l’autre, tel qu’illustré à la Figure 19, la particule mesurée en laboratoire est une combinaison linéaire des deux états de masse des particules. Mathématiquement, les particules  $|K_1\rangle$  et  $|K_2\rangle$ , mesurées en laboratoire, sont décrites par

$$|K_1\rangle = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) (|K^0\rangle + |\bar{K}^0\rangle), \quad (9)$$

$$|K_2\rangle = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) (|K^0\rangle - |\bar{K}^0\rangle). \quad (10)$$

En appliquant les mécanismes associés à la conservation CP,  $K_1$  doit se désintégrer en deux pions tandis que  $K_2$  doit se désintégrer en trois pions. Le processus de désintégration en deux pions étant beaucoup plus facile que celui en trois pions et donc, le temps de vie de  $K_1$  devrait être plus court que celui de  $K_2$ . En 1956, Lederman et son équipe ont alors mesuré



**FIGURE 19.** Exemple d'un diagramme de Feynman permettant au  $K^0$  de se transformer en  $\bar{K}^0$ .

les temps de vie ( $\tau$ ) suivants :

$$\begin{aligned}\tau_1 &= 0.895 \times 10^{-10} \text{sec}, \\ \tau_2 &= 5.11 \times 10^{-8} \text{sec}.\end{aligned}\tag{11}$$

Cronin et Fitch ont alors tenté de mesurer des désintégrations en deux pions dans un faisceau de  $K_2$  qui serait un signe de violation CP (Christenson et al., 1964). Ils ont compté 42 désintégrations en deux pions sur un total de 22 700 événements. Il s'agit donc d'une preuve expérimentale de violation CP, mais aussi, qu'il y a un mélange des états CP ce qui les distingue des états physiques. En fait,

$$\begin{aligned}|K_S\rangle &= \frac{1}{1 + |\epsilon|^2} (|K_1\rangle + \epsilon |\bar{K}_2\rangle) \text{ et} \\ |K_L\rangle &= \frac{1}{1 + |\epsilon|^2} (|K_2\rangle + \epsilon |\bar{K}_1\rangle)\end{aligned}\tag{12}$$

où  $S$  et  $L$  réfèrent à un temps de vie court (*short*) et long (*long*). Autrement dit,  $K_S$  est le méson mesuré expérimentalement qui se désintègre rapidement en deux pions et  $K_L$  est le méson mesuré expérimentalement dont le temps de vie est plus long et qui se désintègre en trois pions sont les particules<sup>20</sup>. Le terme  $\epsilon$  est non nul et sa valeur est de  $2.24 \times 10^{-3}$ . Pour pallier au problème de la violation CP, il a été proposé d'ajouter un facteur de phase  $\delta$  à la matrice CKM. C'est ce que Kobayashi et Maskawa ont fait et cela avait pour conséquence de prédire une troisième génération de quark en 1973 alors que le quatrième quark, le quark charmé, n'était pas encore découvert (Kobayashi et Maskawa, 1973).

<sup>20</sup>. Ce phénomène de mélange est semblable à celui qui est observé chez les neutrinos.



### 5.1.4. La paramétrisation de Wolfenstein et le triangle unitaire

La matrice CKM n'est pas seulement représentée par les termes de l'équation (6). La contrainte d'unitarité<sup>21</sup>,  $V^\dagger V = 1$ , autorise la paramétrisation de la matrice selon trois angles de mélange,  $\theta_{12}$ ,  $\theta_{13}$ ,  $\theta_{22}$  et la phase de violation CP,  $\delta$  de la manière suivante

$$V_{CKM} = \begin{pmatrix} c_{12}c_{13} & s_{12}c_{13} & s_{13}e^{-i\delta} \\ -s_{12}c_{23} - c_{12}s_{23}s_{13}e^{i\delta} & c_{12}c_{23} - 2s_{12}s_{23}s_{13}e^{i\delta} & s_{23}c_{13} \\ s_{12}s_{23} - c_{12}c_{23}s_{13}e^{i\delta} & c_{12}s_{23} - s_{12}c_{23}s_{13}e^{i\delta} & c_{23}c_{13} \end{pmatrix} \quad (13)$$

où  $s_{ij} = \sin \theta_{ij}$ ,  $c_{ij} = \cos \theta_{ij}$  et  $\delta$  est la phase responsable de la violation CP.

Il a été déterminé expérimentalement que  $s_{13} \ll s_{23} \ll s_{12} \ll 1$ . Cette hiérarchie motive la paramétrisation suivante :

$$\begin{aligned} s_{12} &= \lambda = \frac{|V_{us}|}{\sqrt{|V_{ud}|^2 + |V_{us}|^2}}, \\ s_{23} &= A\lambda^2 = \lambda \left| \frac{V_{cb}}{V_{us}} \right|, \\ s_{13}e^{i\delta} &= V_{ub}^* = A\lambda^3(\rho + i\eta) = \frac{A\lambda^3(\bar{\rho} + i\bar{\eta})\sqrt{1 - A^2\lambda^4}}{\sqrt{1 - \lambda^2[1 - A^2\lambda^4]}(\bar{\rho} + i\bar{\eta})}. \end{aligned} \quad (14)$$

Cette nouvelle paramétrisation est nommée la paramétrisation de Wolfenstein. De plus,  $\bar{\rho} + i\bar{\eta} = -(V_{ud}V_{ub}^*)/(V_{cd}V_{cb}^*)$ . La valeur expérimentalement mesurée de lambda,  $\lambda \approx 0.23$ , permet un développement en série de  $\bar{\rho} = \rho(1 - \lambda^2 + \dots)$  et en choisissant une erreur de l'ordre  $\mathcal{O}(\lambda^4)$ , on obtient la version habituellement admise dans la littérature moderne soit

$$V_{CKM} = \begin{pmatrix} 1 - \lambda^2/2 & \lambda & A\lambda^3(\rho - i\eta) \\ -\lambda & 1 - \lambda^2/2 & A\lambda^2 \\ A\lambda^3(1 - \rho - i\eta) & -A\lambda^2 & 1 \end{pmatrix} + \mathcal{O}(\lambda^4). \quad (15)$$

L'unitarité de la matrice CKM implique aussi que  $\sum_i V_{ij}V_{ik}^* = \delta_{jk}$  et  $\sum_j V_{ij}V_{kj}^* = \delta_{ik}$  d'où est tirée la relation du triangle unitaire<sup>22</sup>

$$V_{ud}V_{ub}^* + V_{cd}V_{cb}^* + V_{td}V_{tb}^* = 0. \quad (16)$$

Celle-ci représente la relation d'orthogonalité entre la première et la troisième colonne de l'équation (6). Une manière d'illustrer cette équation est de diviser l'équation (16) par  $V_{cd}V_{cb}^*$  et de présenter les résultats dans le plan complexe (voir Figure 20). Par les identités du

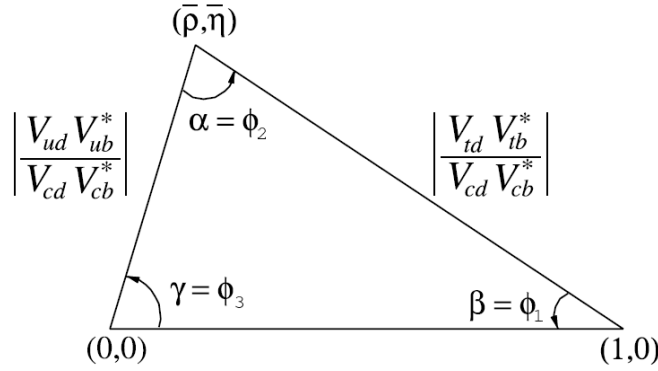
21. Une matrice unitaire est une matrice qui satisfait la relation  $UU^\dagger = U^\dagger U = I$  où  $U^\dagger$  est le conjugué hermitien.

22. L'expression triangle unitaire provient de l'anglais *unitary triangle*. Si chacun des termes est mis sous la forme d'un vecteur dans le plan complexe, la somme des trois vecteurs est 0 ce qui signifie qu'en plaçant les trois vecteurs un à la suite de l'autre la pointe du troisième se retrouve au point de départ.

triangle on trouve alors que

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \arg \left( -\frac{V_{cd}V_{cb}^*}{V_{td}V_{tb}^*} \right) \\
 \beta &= \arg \left( -\frac{V_{td}V_{tb}^*}{V_{ud}V_{ub}^*} \right) \\
 \gamma &= \arg \left( -\frac{V_{ud}V_{ub}^*}{V_{cd}V_{cb}^*} \right)
 \end{aligned} \tag{17}$$

où  $\arg$  est l'argument d'un nombre complexe.



**FIGURE 20.** Triangle unitaire relié à la paramétrisation de Wolfenstein de la matrice CKM.

Une partie de la recherche au-delà du modèle standard réside dans la mesure des trois angles du triangle unitaire et d'évaluer si cette somme est de  $180^\circ$ . Actuellement, cette mesure est de  $\alpha + \beta + \gamma = (175 \pm 9)^\circ$  qui est en accord avec les prédictions du modèle standard. La Figure 22 présente les contraintes selon les diverses mesures dans le plan  $\bar{\rho}, \bar{\eta}$  sur les valeurs des angles  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$  telles que calculées à partir des mesures expérimentales des éléments de la matrice CKM (voir Figure 22).

### 5.1.5. La physique des mésons $B$

Durant 40 ans, les désintégrations de  $K_L$  furent les seules mesures de violation CP en laboratoire. En 1981, Carter et Sanda ont affirmé que la violation pourrait être vue dans les mésons  $B$  neutres. Ainsi, soit un méson  $B^0$  et son antiparticule  $\bar{B}^0$ . Ce système est composé de deux particules (Dunietz et Rosner, 1986; Nir et Quinn, 1994)

$$a|B^0\rangle + b|\bar{B}^0\rangle \tag{18}$$

qui évolue dans le temps selon l'équation de Schrödinger

$$i \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = \left( M - \frac{i}{2} \Gamma \right) \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \tag{19}$$

où  $M$  est la matrice de masse et  $\Gamma$  est la matrice décrivant la probabilité de désintégration exponentielle du système ou encore, la largeur de la particule (voir Figure 21). Ces matrices sont hermitiennes,  $(2 \times 2)$  et, par définition,  $H = M - i/2\Gamma$  est l'Hamiltonien du système. Les états propres de masse de ce système sont

$$\begin{aligned} |B_1\rangle &= p|B^0\rangle + q|\bar{B}^0\rangle, \\ |B_2\rangle &= p|B^0\rangle - q|\bar{B}^0\rangle. \end{aligned} \quad (20)$$

En négligeant, la différence de largeur,  $\Gamma_1 = \Gamma_2 \equiv \Gamma$ , entre  $B_1$  et  $B_2$  et en posant

$$M \equiv (M_1 + M_2)/2, \quad \Delta M \equiv M_2 - M_1, \quad (21)$$

l'évolution temporelle du  $B^0$  et de  $\bar{B}^0$  sont décrites par l'équation suivante :

$$\begin{aligned} |B_{phys}^0(t)\rangle &= g_+(t)|B^0\rangle + (q/p)g_-(t)|\bar{B}^0\rangle, \\ |\bar{B}_{phys}^0(t)\rangle &= (q/p)g_-(t)|B^0\rangle + g_+(t)|\bar{B}^0\rangle, \end{aligned} \quad (22)$$

où

$$\begin{aligned} g_+(t) &= e^{-\Gamma t/2} e^{-iMt} \cos(\Delta Mt/2), \\ g_-(t) &= e^{-\Gamma t/2} e^{-iMt} i \sin(\Delta Mt/2). \end{aligned} \quad (23)$$

Soient

$$A \equiv \langle f | \mathcal{H}_W | B^0 \rangle \quad \text{et} \quad \bar{A} \equiv \langle f | \mathcal{H}_W | \bar{B}^0 \rangle \quad (24)$$

l'amplitude pour le processus de transition directe,  $B^0 \rightarrow f$ , et l'amplitude pour une transition suite à une oscillation,  $B^0 \rightarrow \bar{B}^0 \rightarrow f$ .  $\mathcal{H}_W$  est l'Hamiltonien effectif et  $f$  est l'état des fermions finaux. Cela permet de présenter la définition du paramètre  $\lambda$  de la matrice CKM (voir équation (15))

$$\lambda \equiv \frac{q}{p} \frac{\bar{A}}{A}. \quad (25)$$

Quelles sont les possibilités de mesure ? Considérons la particule  $B^0$ , au même titre que les  $K^0$ , les mésons  $B$  neutres peuvent osciller de la particule à l'antiparticule (voir Figure 19). La particule  $B^0$  est composée des quarks  $d\bar{b}$  tandis que  $\bar{B}^0$  est composée des quarks  $\bar{d}b$ . Dans un collisionneur, des mésons upsilon  $\Upsilon(4s)$ , de composition  $b\bar{b}$ , sont produits. La parenthèse (4s) réfère à la quatrième résonance de la particule upsilon. Autrement dit, la particule  $\Upsilon(4s)$  a la même composition en quark que  $\Upsilon(1s)$ , mais sa masse est plus élevée. La Figure 21 présente la section efficace en fonction de la masse. On y retrouve les quatre premières résonances de la particule upsilon. La particule  $\Upsilon(4s)$  est d'un grand intérêt pour l'étude des mésons  $B$ , car elle se désintègre à plus de 96 % du temps selon le processus suivant  $\Upsilon(4s) \rightarrow B^0 + \bar{B}^0$ .

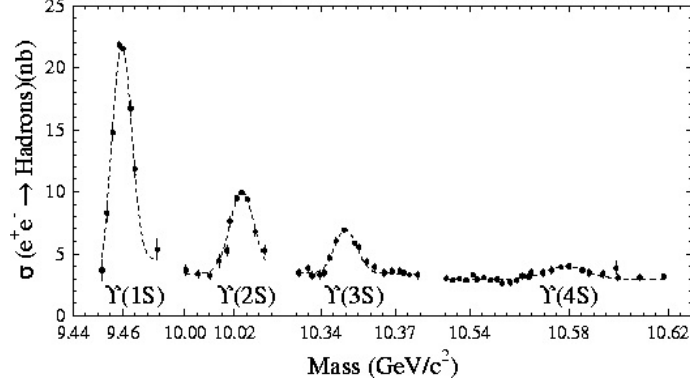


FIGURE 21. Résonances des mésons upsilon.

En ayant des mésons  $B^0$  et  $\bar{B}^0$ , il est alors possible de mesurer l'amplitude de l'asymétrie CP directe,  $A_f$ , définie comme

$$A_f \equiv \frac{(\Gamma(B^0 \rightarrow f)) - (\Gamma(\bar{B}^0 \rightarrow \bar{f}))}{(\Gamma(B^0 \rightarrow f)) + (\Gamma(\bar{B}^0 \rightarrow \bar{f}))} \quad (26)$$

où  $\Gamma$  est le taux de désintégration et  $f$  et  $\bar{f}$  sont les produits de désintégration. La violation CP est présente lorsque  $A_f \neq 0$ . Il existe aussi le paramètre de violation CP indirecte provenant des probabilités d'interférence entre les différents chemins de désintégration,  $S$ , et se définit comme suit

$$S_f \equiv \frac{2\text{Im}(\lambda)}{1 + |\lambda|^2} \quad (27)$$

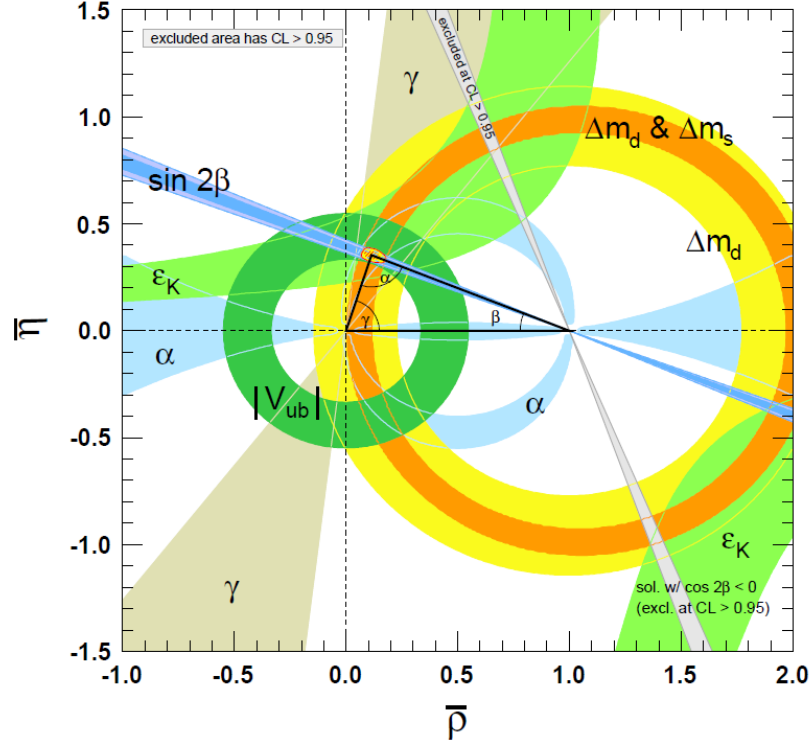
où  $\lambda \equiv (q/p)\bar{A}_f/A$  tel que défini à l'équation (25).

La violation CP peut être observée de trois manières distincte. Premièrement, il y a la violation CP directe où le processus et l'antiprocessus n'ont pas le même rapport d'embranchement  $\Gamma(A \rightarrow X) \neq \Gamma(\bar{A} \rightarrow \bar{X})$ . Deuxièmement, il existe la violation CP indirecte telle que paramétrisée par la constante  $\epsilon$  dans les systèmes de kaons neutres. Troisièmement, il y a les interférences des désintégrations de mésons  $B$  neutres avec et sans mélange soient  $B^0 \rightarrow f$  et  $\bar{B}^0 \rightarrow B^0 \rightarrow f$ .

### 5.1.6. Désintégration des mésons $B$ en deux et trois particules pseudoscalaires

En plus de servir à la mesure  $|V_{cb}|$ ,  $|V_{ub}|$ ,  $|V_{td}|$ ,  $|V_{ts}|$  et  $|V_{tb}|$ , les désintégrations de mésons  $B$  peuvent permettre de déterminer les angles  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$  (voir Figure 22). À noter que la contribution des diagrammes pingouins<sup>23</sup> est non négligeable et présentait une grande

incertitude théorique supplémentaire qu'une analyse par l'isospin permet d'éliminer (London et Peccei, 1989; Gronau et London, 1990; Dunietz, 1994; Gronau et al., 1994, 1995).



**FIGURE 22.** Contraintes dans le plan  $\bar{\rho}$  et  $\bar{\eta}$ . Les régions ombragées ont un niveau de confiance de 95 %. L'objectif est d'évaluer si  $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$ . Actuellement, la mesure expérimentale est de  $(175 \pm 9)^\circ$  ce qui est en accord avec les prédictions du Modèle standard.

L'angle  $\beta$  est certainement le mieux connu des trois. Il est obtenu par les désintégrations  $b \rightarrow c\bar{c}s$  vers des états propres, par exemple  $B^0 \rightarrow c\bar{c} K_S^0$  ou  $L$ . Pour ces cas,  $S_f = -\eta_f \sin 2\beta$  où  $\eta$  est la coordonnée imaginaire du sommet du triangle unitaire. La recherche de nouvelle physique au-delà du modèle standard se fait aussi dans l'inégalité  $S_f \neq -\eta_f \sin 2\beta$ . L'angle  $\alpha$  peut seulement vu être dans les processus  $b \rightarrow u\bar{u}d$ . Cette valeur a été mesurée à partir des désintégrations  $B \rightarrow \pi\pi$ ,  $B \rightarrow \rho\pi$  et  $B \rightarrow \rho\rho$ . En particulier, l'angle  $\alpha$  peut être obtenu pour la désintégration  $B \rightarrow \pi^+\pi^-$  par

$$S_{\pi^+\pi^-} = \sqrt{1 - C_{\pi^+\pi^-}^2} \sin(2\alpha + 2\Delta\alpha) \quad (28)$$

où  $S_{\pi^+\pi^-}$  est défini par l'équation (27),  $C_{\pi^+\pi^-} = (1 - |\lambda_f|^2)/(1 + |\lambda_f|^2)$ ,  $\lambda = (q/p)\bar{A}_f/A$  tel que défini à l'équation (25). La différence de phase,  $2\Delta\alpha = e^{2i\gamma}\bar{A}_{\pi^+\pi^-} - A_{\pi^+\pi^-}$  et peut être extraite de la relation suivante (Gronau et London, 1990)

$$\frac{1}{\sqrt{2}}A_{\pi^+\pi^-} + A_{\pi^0\pi^0} = A_{\pi^+\pi^0} \quad (29)$$

23. Le diagramme pingouin standard,  $P$ , implique une transition de quark par une boucle impliquant un boson  $W$  virtuels et l'émission d'un gluon.

L'angle  $\gamma$  est déterminé expérimentalement par les processus  $B^\pm \rightarrow DK^\pm$  et  $B^0 \rightarrow D^{(*)\pm}\pi^\mp$ . La précision sur la mesure de  $\gamma$  dépend du ratio des amplitudes suivantes

$$r_B = |A(B^- \rightarrow \bar{D}^0 K^-)/A(B^- \rightarrow D^0 K^-)|. \quad (30)$$

Ce ratio a été évalué en considérant les produits de désintégration des mésons  $D$  comme des états propres CP (Gronau et Wyler, 1991).

\* \* \*

Historiquement, les désintégrations des mésons  $B$  en trois particules pseudoscalaires n'ont pas été étudiées, car (1) leurs états finaux ne sont pas des états propres de CP, par exemple  $K_S\pi^+\pi^-$  et (2) par la présence de *pollution* induite par les amplitudes de désintégration additionnelles impliquées. Cependant, l'analyse diagrammatique a permis d'extraire clairement la phase de l'interaction faible  $\gamma$  (Rey-Le Lorier et al., 2011). Pour ce faire, une analyse de Dalitz (*Dalitz-plot analysis*) permet expérimentalement de séparer les composantes CP + et - de l'état final. Ensuite, la pollution peut être éliminée par les relations entre le diagramme en arbre  $T$ , le diagramme en arbre réduit de couleur  $C$ , les deux pingouins gluoniques  $P_{uc}$  et  $P_{tc}$ , le pingouin électrofaible  $P_{EW}$  et le pingouin électrofaible réduit de couleur  $P_{EW}^C$ <sup>24</sup> où il y a 10 paramètres théoriques des amplitudes soient 5 magnitudes des diagrammes effectifs, 4 phases relatives et  $\gamma$  tandis qu'il y a 11 observables expérimentaux. Le fait qu'il y ait plus d'observables que de paramètres théoriques fait en sorte que  $\gamma$  peut être obtenu par un ajustement sur les données expérimentales (Rey-Le Lorier et London, 2012).

En utilisant les analyses de Dalitz de l'expérience BABAR, il a été possible d'extraire la phase faible  $\gamma$  par un ajustement au maximum de vraisemblance (*maximum-likelihood fit*). Selon l'analyse combinée des cinq processus suivants  $B^0 \rightarrow K^+\pi^0\pi^-$ ,  $B^0 \rightarrow K^0\pi^+\pi^-$ ,  $B^+ \rightarrow K^+\pi^+\pi^-$ ,  $B^0 \rightarrow K^+K^0K^-$  et  $B^0 \rightarrow K^0K^0\bar{K}^0$ , cette méthode d'analyse génère quatre valeurs de  $\gamma$  qui sont  $-32^\circ$ ,  $-77^\circ$ ,  $259^\circ$  et  $315^\circ$ . Seule la valeur  $-77^\circ$  est compatible avec la théorie du modèle standard (Bhattacharya et al., 2013).

Le projet s'inscrit à la suite de ces travaux. L'objectif est de préciser la mesure de l'angle  $\gamma$  en proposant une méthode d'analyse intégrant l'ensemble des états de symétrie du groupe des permutations. Dans les désintégrations à deux particules, il n'y a que l'état symétrique, composé de la combinaison linéaire des deux états  $|12\rangle + |21\rangle$ , ainsi que l'état antisymétrique  $|12\rangle - |21\rangle$  et où  $|12\rangle$  et  $|21\rangle$  font référence à un échange des deux particules. Dans les désintégrations à trois particules, il y a l'état symétrique, l'état antisymétrique et les états

24. Dans le diagramme pingouin électrofaible  $P_{EW}$ , c'est un boson Z qui est émis à la place du gluon. Dans le diagramme pingouin réduit de couleur  $P_{EW}^C$ , le boson Z émet une paire quark-antiquark dont l'un se recombine avec un quark émanant du méson  $B$  initial et l'autre avec un quark qui « pop » du vide. Voir Figure 23 pour des exemples de tous ces diagrammes.

de symétrie mixte. Ces derniers sont symétriques ou antisymétriques par exemple sous une permutation ( $2 \leftrightarrow 3$ ) seulement. À la section 5.2, je pose les divers états de symétrie et je vérifie si, en comparant le nombre de paramètres théoriques aux observables expérimentaux, il est possible d'effectuer un ajustement de données pour extraire l'angle  $\gamma$ .

La section qui suit présente le résultat du projet, c'est-à-dire le document de travail rédigé en anglais et envoyé à l'équipe chargée de faire l'ajustement de données avec les données expérimentales.

## 5.2. Diagrammatic Amplitudes for all Symmetry States in $B \rightarrow K\pi\pi$ and $B \rightarrow KK\bar{K}$

### Abstract

The CP phase  $\gamma$  was measured using a diagrammatic analysis of the fully-symmetric final states of  $B \rightarrow K\pi\pi$  and  $B \rightarrow \bar{K}KK$  decays. This document is intended to show how the mixed and fully-antisymmetric states can also be used for the measurement of  $\gamma$ . For each case (symmetric, mixed, antisymmetric), we will write the amplitudes in terms of diagrams, describe the Tree-EWP relations, and count the number of experimental observables and unknown theoretical parameters. In each case, it will be shown that, if reasonable approximations are made, the number of experimental observables will be larger than the number of theoretical parameters, so that  $\gamma$  can be extracted using a fit.

### Introduction

The Standard Model (SM) and its CP violation processes can't fully explain the matter-antimatter asymmetry observed. Therefore, the search in CP violation and weak interaction must be pursued. In the Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM) matrix which describes weak interactions, CP violation effects are hidden in a complex phase. Knowing that the CKM matrix is  $3 \times 3$  and unitary, we can extract a relation between parameters which appears as a triangle in the complex plane. We call it the Unitarity Triangle (see fig. 22). Its angles ( $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$ ) are measured by experiments (Collaboration, 2018). Hints of New Physics can be found if the triangle relation doesn't hold for a certain type of process.

Knowing that direct searches have not yet discovered NP, we can only supposed that its mass scale is beyond actual experiments sensitivity. However, experiments are still sensitive to effects coming from virtual particles in loops. Indirect searches in flavor physics has the

potential to contribute in a significant matter. We choose to concentrate our efforts on the angle  $\gamma = (73.5 + 4.2 - 5.1)^\circ$  (Collaboration, 2017) which have the highest uncertainties and has been mostly measured from tree-level transition  $B \rightarrow PP$ .

Historically, it was thought that weak-phase information could not be extracted from the decays of  $B \rightarrow PPP$ , where  $P$  is a pseudoscalar. There were two reasons: (1) final states such as  $K_S\pi^+\pi^-$  are not CP eigenstates, (2) there is a *pollution* induced by additional decay amplitudes. However, by using the diagrammatic analysis (Rey-Le Lorier et al., 2011), it was shown that it is possible to extract CP phase  $\gamma$  (Rey-Le Lorier et London, 2012). Using the Dalitz plots of the three-body decays  $B^+ \rightarrow K^+\pi^+\pi^-$ ,  $B_d^0 \rightarrow K^+\pi^0\pi^-$ ,  $B_d^0 \rightarrow K^0\pi^+\pi^-$ ,  $B_d^0 \rightarrow K^+K^0K^-$  and  $B_d^0 \rightarrow K^0K^0\bar{K}^0$ , this method was carried out in Bhattacharya et al. (2014b). We note that this analysis was made using only the fully-symmetric final state. Here we tackle the other final-state symmetries, namely the mixed and antisymmetric cases.

We begin in section 5.2.1 by reviewing the principles of the diagrammatic analysis and describe the assumptions, valid for all final-state symmetries, that are necessary to extract  $\gamma$ . In section 5.2.3, we define and present the  $B \rightarrow PPP$  amplitudes for all final symmetry states: fully symmetric, mixed symmetric and fully antisymmetric. In each case, we count the number of independent observables for  $B \rightarrow K\pi\pi$  and  $B \rightarrow \bar{K}KK$  decays, and compare it to the number of theoretical parameters (see section 5.2.5, 5.2.6, and 5.2.7). If there are more observables than unknown theoretical parameters, the CP phase  $\gamma$  can be extracted using a fit.

### 5.2.1. Diagrammatic Analysis of Two- and Three-Body B Decays

The diagrammatic analysis was first used in  $B \rightarrow PP$  decays Gronau et al. (1994, 1995). For a given process, the amplitude  $A$  is defined as

$$A = \sum_i c_i D_i, \quad (31)$$

where  $D_i$  represents a diagram and  $c_i$  is its associated coefficient. In order to calculate the coefficient of a diagram, one must (1) verify that the diagram can produce the quarks in the final state, (2) set the value of the coefficient equal to 1, and (3) apply the following modifications as defined by Gronau et al. (1994):

- For every quark  $\bar{u}$ , multiply by  $(-1)$ .
- For every  $\pi^0$  meson in the final state, multiply by  $\frac{1}{\sqrt{2}}$ .
- For every pair of identical particles, multiply by  $\sqrt{2}$ .

Possible diagrams are: color-favored tree amplitude ( $T, T'$ ), color-suppressed tree amplitude ( $C, C'$ ), penguin amplitude ( $P, P'$ ), exchange amplitude ( $E, E'$ ), annihilation amplitude



( $A, A'$ ), and penguin annihilation amplitude ( $PA, PA'$ ). We note that diagrams containing a  $\bar{b} \rightarrow \bar{d}$  transition are written without primes and those with a  $\bar{b} \rightarrow \bar{s}$  transition are written with primes. Gronau et al. (1995) proposed a hierarchy of these diagrams which implies that it is a reasonable approximation to neglect the contributions from  $E$ -,  $A$ - and  $PA$ -type diagrams.

The diagrams for  $B \rightarrow PPP$  decays are similar to those for  $B \rightarrow PP$  decays. The major difference between the two cases is that, in  $B \rightarrow PPP$ , a quark pair emerges, or ‘‘pops,’’ from the vacuum. We expect a  $u\bar{u}$  or  $d\bar{d}$  pair, but in the case of an  $s\bar{s}$ , we simply add the subscript  $s$ . Moreover, the subscript 1, for example in  $T_1$ , corresponds to the diagram where the popped quark pair is between two non-spectator final-state quarks, while 2, as in  $T_2$ , corresponds to the diagram where the popped pair is between two final-state quarks that include the spectator. For penguin-type diagrams, there are two important details. First, only the combination  $P \equiv P_1 + P_2$  appears in the amplitudes. Second, for a  $\bar{b} \rightarrow \bar{q}$  decay, we define  $P$  as

$$P = V_{ub}^* V_{uq} P_u + V_{cb}^* V_{cq} P_c + V_{tb}^* V_{tq} P_t, \quad (32)$$

where, in  $P_i$ ,  $i = u, c, t$  refers to the identity of the quark in the penguin loop. The unitarity of the CKM matrix implies that  $V_{ub}^* V_{uq} + V_{cb}^* V_{cq} + V_{tb}^* V_{tq} = 0$ . With this relation we write

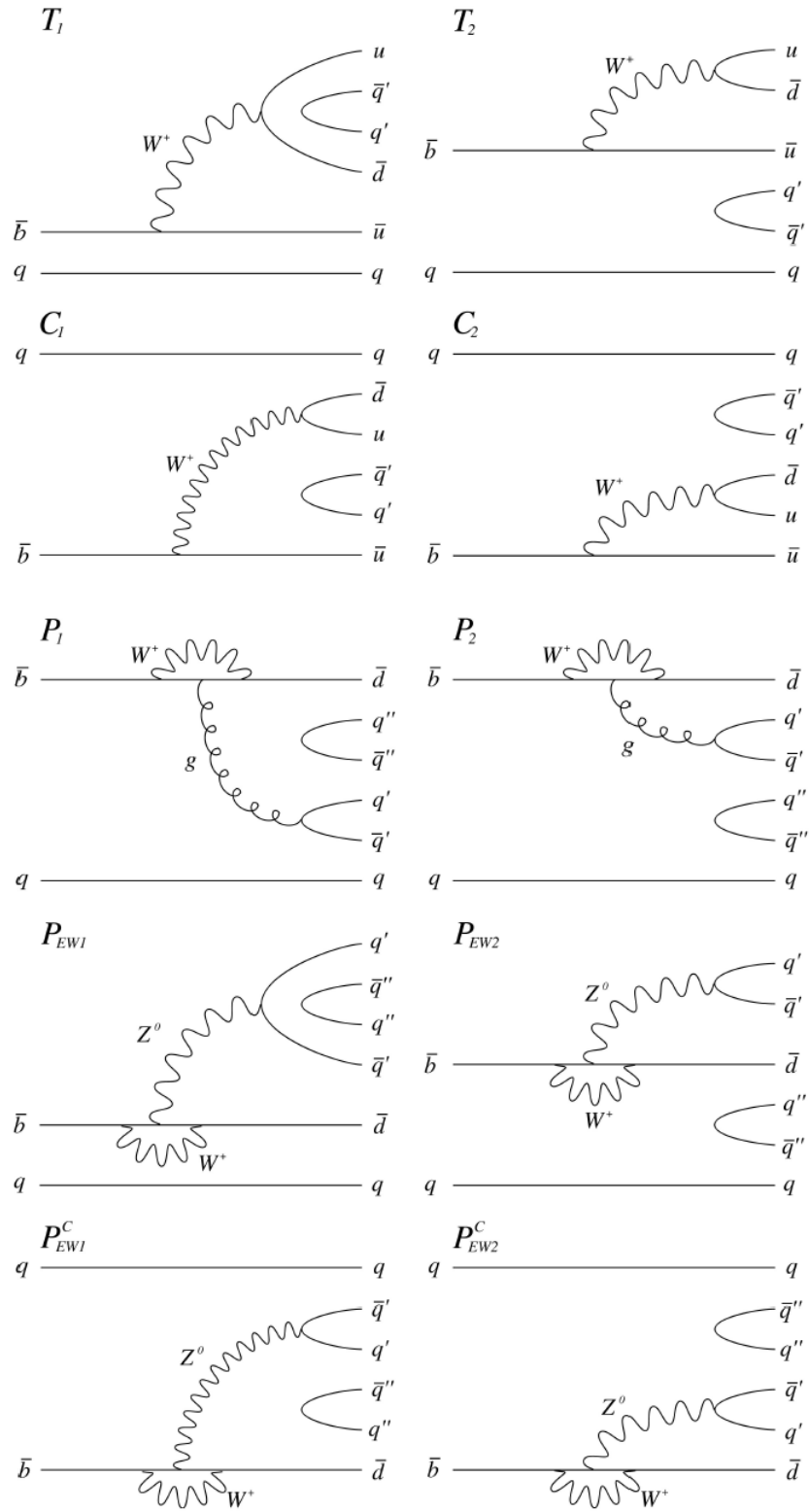
$$P = V_{ub}^* V_{uq} P_{ut} + V_{cb}^* V_{cq} P_{ct} \quad (33)$$

where  $P_{ut} \equiv P_u - P_t$  and  $P_{ct} \equiv P_c - P_t$ . There are therefore a total of 10 types of diagrams in  $B \rightarrow PPP$  decays: color-favored and color-suppressed tree amplitudes  $T_{1,2}$  and  $C_{1,2}$ , gluonic-penguin amplitudes  $P_{ut}$  and  $P_{ct}$ , and color-favored and color-suppressed electroweak-penguin (EWP) amplitudes  $P_{EW1,2}$  and  $P_{EW1,2}^C$ . These are presented in Figure 23. As was done for  $B \rightarrow PP$  decays, in  $B \rightarrow PPP$  decays we neglect the contributions from  $E$ -,  $A$ - and  $PA$ -type diagrams. Again, primes refer to  $\bar{b} \rightarrow \bar{s}$  transitions.

With three particles in the final state, the relative angular momentum is not fixed by conservation of angular momentum. Particles in the final state can be paired in symmetric or antisymmetric states and it is therefore important to conserve their respective order. Symmetric, antisymmetric and mixed states will be defined in section 5.2.3 as well as their respective factors associated with the particles' ordering.

### 5.2.2. $B \rightarrow PPP$ Decays Studied

In this section, we list all decays whose study is required in order to extract the CP phase  $\gamma$  from  $B$ -meson decays into three pseudoparticles. The charmless final states are  $K\pi\pi$ ,  $KK\bar{K}$ ,  $K\bar{K}\pi$  and  $\pi\pi\pi$ . Here, we choose to exclude  $\bar{b} \rightarrow \bar{d}$  transitions because they are dependent



**Figure 23.** 10 diagrams describing  $B \rightarrow \bar{P} P P$  decays.

$B \rightarrow K\pi\pi$	$B \rightarrow KK\bar{K}$
$B^+ \rightarrow K^+\pi^+\pi^-$	$B^+ \rightarrow K^+K^+K^-$
$B^+ \rightarrow K^0\pi^+\pi^0$	$B^+ \rightarrow K^+K^0\bar{K}^0$
$B_d^0 \rightarrow K^+\pi^0\pi^-$	$B_d^0 \rightarrow K^+K^0K^-$
$B_d^0 \rightarrow K^0\pi^+\pi^-$	$B_d^0 \rightarrow K^0K^0\bar{K}^0$

**Table 4.** Decays studied in the diagrammatic analysis of symmetric, antisymmetric and mixed states.

on  $V_{ub}V_{ud}^* \sim \lambda^3$ , whereas  $\bar{b} \rightarrow \bar{s}$  transitions are dependent on  $V_{cb}V_{cs}^* \sim \lambda^2$ . That is, we will concentrate on  $B \rightarrow K\pi\pi$  and  $B \rightarrow KK\bar{K}$  decays and exclude  $B \rightarrow K\bar{K}\pi$  and  $B \rightarrow \pi\pi\pi$  decays.

For  $B \rightarrow K\pi\pi$  we have the following processes:  $B^+ \rightarrow K^+\pi^+\pi^-$ ,  $B^+ \rightarrow K^+\pi^0\pi^0$ ,  $B^+ \rightarrow K^0\pi^+\pi^0$ ,  $B_d^0 \rightarrow K^+\pi^0\pi^-$ ,  $B_d^0 \rightarrow K^0\pi^+\pi^-$ , and  $B_d^0 \rightarrow K^0\pi^0\pi^0$ . Experimentally, it is difficult to measure events with two neutral pions ( $\pi^0\pi^0$ ) and therefore we will exclude decays involving a neutral pion pair in the final state. For  $B \rightarrow KK\bar{K}$  the four allowed processes are:  $B^+ \rightarrow K^+K^+K^-$ ,  $B^+ \rightarrow K^+K^0\bar{K}^0$ ,  $B_d^0 \rightarrow K^+K^0K^-$ , and  $B_d^0 \rightarrow K^0K^0\bar{K}^0$ . Table 4 presents all the processes that will be used in this analysis.

We note that the decay  $B_d^0 \rightarrow K^0K^0\bar{K}^0$  will not be considered in the analysis of antisymmetric and mixed states because this decay is experimentally observed as  $B \rightarrow K_s K_s K_s$ . As will be seen in the next section, decays with two identical particles in the final state will not have an antisymmetric contribution, and decays with three identical particles in the final state will have neither a mixed nor antisymmetric contribution.

### 5.2.3. Defining Symmetric, Antisymmetric and Mixed States

In  $B \rightarrow PPP$  decays, the final-state particles are identical under flavor  $SU(3)$ . Therefore, six permutations are possible. If particles in the final state are numbered 1, 2 and 3, the six possible states are 123, 132, 312, 321, 231 and 213. We define the fully-symmetric state,  $|S\rangle$ ,

the fully-antisymmetric state,  $|A\rangle$ , and the mixed states,  $|M_i\rangle$  ( $i = 1,4$ ), as

$$\begin{aligned}
|S\rangle &\equiv \frac{1}{6}(|123\rangle + |132\rangle + |312\rangle + |321\rangle + |231\rangle + |213\rangle), \\
|A\rangle &\equiv \frac{1}{6}(|123\rangle - |132\rangle + |312\rangle - |321\rangle + |231\rangle - |213\rangle), \\
|M_1\rangle &\equiv \frac{1}{12}(2|123\rangle + 2|132\rangle - |312\rangle - |321\rangle - |231\rangle - |213\rangle), \\
|M_2\rangle &\equiv \frac{1}{4}(|312\rangle - |321\rangle - |231\rangle + |213\rangle), \\
|M_3\rangle &\equiv \frac{1}{4}(-|312\rangle - |321\rangle + |231\rangle + |213\rangle), \\
|M_4\rangle &\equiv \frac{1}{12}(2|123\rangle - 2|132\rangle - |312\rangle + |321\rangle - |231\rangle + |213\rangle).
\end{aligned} \tag{34}$$

With these definitions, we note that, under the exchange of the two identical particles in positions 2 and 3,  $2 \leftrightarrow 3$ ,  $|M_1\rangle$  and  $|M_3\rangle$  are symmetric, while  $|M_2\rangle$  and  $|M_4\rangle$  are antisymmetric. Also,  $|M_1\rangle$  and  $|M_3\rangle$  are related to one another. By writing them as a doublet

$$|M_1\rangle \equiv \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad |M_3\rangle \equiv \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \tag{35}$$

we can compute how each element transforms under permutations according to how the initial state  $|123\rangle$  is changed. We easily see that the identity matrix keeps  $|123\rangle \leftrightarrow |123\rangle$ . All transformations are

$$\begin{aligned}
I &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad P_{12} = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} \end{pmatrix}, \quad P_{13} = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ -\frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}, \\
P_{23} &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad P_{cyclic} = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} \end{pmatrix}, \quad P_{anticyclic} = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ -\frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} \end{pmatrix}.
\end{aligned} \tag{36}$$

where the permutations are  $I$  (identity),  $P_{12}$  (exchange of particles 1 and 2),  $P_{13}$  (exchange of particles 1 and 3),  $P_{23}$  (exchange of particles 2 and 3),  $P_{cyclic}$  (cyclic permutation of particles 1, 2 and 3), and  $P_{anticyclic}$  (anticyclic permutation of particles 1  $\rightarrow$  3, 2  $\rightarrow$  1, 3  $\rightarrow$  2). Note that under these transformations  $|S\rangle \rightarrow |S\rangle$  and  $|A\rangle \rightarrow \pm|A\rangle$ . Moreover, by defining a doublet for  $|M_2\rangle$  and  $|M_4\rangle$

$$|M_2\rangle \equiv \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad |M_4\rangle \equiv \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \tag{37}$$

their transformations will take the form as in equation (36). Therefore, we deduce that the expressions for the amplitudes in terms of  $|M_2\rangle/|M_4\rangle$  diagrams will be identical to those for  $|M_1\rangle/|M_3\rangle$  with  $|M_1\rangle \rightarrow |M_2\rangle$  and  $|M_3\rangle \rightarrow |M_4\rangle$ . Consequently, we will only focus on the  $|M_1\rangle/|M_3\rangle$  sector.

### 5.2.4. Tree-EWP Relations

In order to extract the CP phase  $\gamma$  using a fit, we must have more experimental observables than unknown theoretical parameters. Therefore, we are motivated to find relations in order to reduce the number of theoretical parameters. There are relations involving tree-type and EWP-type diagrams in  $B \rightarrow PP$  (Buchalla et al., 1996) and  $B \rightarrow PPP$  decays (Imbeault et al., 2011). We call them *Tree-EWP relations*. They are obtained by using the formalism of contractions (Imbeault et al., 2007). These relations reduce from 10 to 6 the number of independent diagrams necessary to extract the CP phase  $\gamma$ .

Taking  $c_1/c_2 = c_9/c_{10}$  for the Wilson coefficients, these relations for the symmetric state are

$$\begin{aligned} P_{EW1}^S &= \kappa T_1^S, \\ P_{EW2}^S &= \kappa T_2^S, \\ P_{EW1}^{S,C} &= \kappa C_1^S, \\ P_{EW2}^{S,C} &= \kappa C_2^S, \end{aligned} \tag{38}$$

where

$$\kappa \equiv -\frac{3c_9}{2c_1} \left| \frac{\lambda_t^{(s)}}{\lambda_u^{(s)}} \right|, \tag{39}$$

and  $\lambda_p^{(s)} = V_{pb}^* V_{ps}^*$ . These Tree-EWP relations assume flavor SU(3) symmetry and the above approximation for the Wilson coefficients. For the  $|M_1\rangle/|M_3\rangle$  sector, we have

$$\begin{aligned} P_{EWi}^{M_1} &= -\frac{1}{2}\kappa T_i^{M_1} - \frac{\sqrt{3}}{2}\kappa T_i^{M_3}, \\ P_{EWi}^{M_3} &= -\frac{\sqrt{3}}{2}\kappa T_i^{M_1} + \frac{1}{2}\kappa T_i^{M_3}, \\ P_{EWi}^{M_1,C} &= -\frac{1}{2}\kappa C_i^{M_1} - \frac{\sqrt{3}}{2}\kappa C_i^{M_3}, \\ P_{EWi}^{M_3,C} &= -\frac{\sqrt{3}}{2}\kappa C_i^{M_1} + \frac{1}{2}\kappa C_i^{M_3}, \end{aligned} \tag{40}$$

where ( $i = 1,2$ ).

Finally, the antisymmetric Tree-EWP relations read

$$\begin{aligned} P_{EW1}^A &= \kappa T_1^A, \\ P_{EW2}^A &= \kappa T_2^A, \\ P_{EW1}^{A,C} &= \kappa C_1^A, \\ P_{EW2}^{A,C} &= \kappa C_2^A. \end{aligned} \tag{41}$$

### 5.2.5. Symmetric state: Amplitudes and Parameter Counts

Using the rules defined in section 5.2.1, here are the amplitudes calculated in terms of diagrams for  $B \rightarrow K\pi\pi$  (Rey-Le Lorier et al., 2011). The subscript “ $|S\rangle$ ” refers to the symmetric state.

$$\begin{aligned}
A(B^+ \rightarrow K^+\pi^+\pi^-)_{|S\rangle} &= -T'_2 e^{i\gamma} - C'_1 e^{i\gamma} - \tilde{P}'_{ut} e^{i\gamma} - \tilde{P}'_{ct} \\
&\quad - \frac{1}{3}P'_{EW1} + \frac{1}{3}P'_{EW1}{}^C - \frac{2}{3}P'_{EW2}{}^C, \\
\sqrt{2}A(B^+ \rightarrow K^0\pi^+\pi^0)_{|S\rangle} &= -T'_1 e^{i\gamma} - C'_2 e^{i\gamma} - P'_{EW2} - P'_{EW1}{}^C, \\
A(B_d^0 \rightarrow K^0\pi^+\pi^-)_{|S\rangle} &= -T'_1 e^{i\gamma} - C'_1 e^{i\gamma} - \tilde{P}'_{ut} e^{i\gamma} - \tilde{P}'_{ct} \\
&\quad - \frac{1}{3}P'_{EW1} - \frac{2}{3}P'_{EW1}{}^C + \frac{1}{3}P'_{EW2}{}^C, \\
\sqrt{2}A(B_d^0 \rightarrow K^+\pi^0\pi^-)_{|S\rangle} &= T'_1 e^{i\gamma} + C'_2 e^{i\gamma} + P'_{EW2} + P'_{EW1}{}^C, \tag{42}
\end{aligned}$$

For  $B \rightarrow KK\bar{K}$  decays we have

$$\begin{aligned}
A(B^+ \rightarrow K^+K^0\bar{K}^0)_{|S\rangle} &= P'_{ut} e^{i\gamma} + P'_{ct} \\
&\quad - \frac{2}{3}P'_{EW1} - \frac{1}{3}P'_{EW1}{}^C - \frac{1}{3}P'_{EW2}{}^C, \\
\frac{1}{\sqrt{2}}A(B^+ \rightarrow K^-K^+K^+)_{|S\rangle} &= -T'_2 e^{i\gamma} - C'_1 e^{i\gamma} - \tilde{P}'_{ut} e^{i\gamma} - \tilde{P}'_{ct} \\
&\quad - \frac{1}{3}P'_{EW1} + \frac{1}{3}P'_{EW1}{}^C - \frac{2}{3}P'_{EW2}{}^C, \\
A(B_d^0 \rightarrow K^0K^+K^-)_{|S\rangle} &= -T'_2 e^{i\gamma} - C'_1 e^{i\gamma} - P'_{ut} e^{i\gamma} - \tilde{P}'_{ct} \\
&\quad - \frac{1}{3}P'_{EW1} + \frac{1}{3}P'_{EW1}{}^C - \frac{2}{3}P'_{EW2}{}^C, \\
\frac{1}{\sqrt{2}}A(B_d^0 \rightarrow K^0K^0\bar{K}^0)_{|S\rangle} &= P'_{ut} e^{i\gamma} + P'_{ct} \\
&\quad - \frac{2}{3}P'_{EW1} - \frac{1}{3}P'_{EW1}{}^C - \frac{1}{3}P'_{EW2}{}^C, \tag{43}
\end{aligned}$$

In the case of  $B \rightarrow K\pi\pi$  decays, the isospin state of the  $\pi\pi$  pair must be symmetric (anti-symmetric) if the angular momentum is even (odd). Here is a reminder of the four decays (see table 4):  $B^+ \rightarrow K^+\pi^+\pi^-$ ,  $B^+ \rightarrow K^0\pi^+\pi^0$ ,  $B_d^0 \rightarrow K^+\pi^-\pi^0$ , and  $B_d^0 \rightarrow K^0\pi^+\pi^-$ . Looking at the second and fourth decays in equation (42), we see that these processes are dependent, that is,  $A(B^+ \rightarrow K^0\pi^+\pi^0) = -A(B_d^0 \rightarrow K^+\pi^-\pi^0)$ . Therefore, we are left with these three processes used in the observable count:  $B_d^0 \rightarrow K^+\pi^-\pi^0$ ,  $B_d^0 \rightarrow K^0\pi^+\pi^-$ , and  $B^+ \rightarrow K^+\pi^+\pi^-$ .

For  $B \rightarrow KK\bar{K}$  decays, we only consider the case where the final  $KK$  pair is in a symmetric isospin state, which is the case for the four following decays:  $B^+ \rightarrow K^+K^+K^-$ ,  $B^+ \rightarrow K^+K^0\bar{K}^0$ ,  $B_d^0 \rightarrow K^+K^0K^-$ , and  $B_d^0 \rightarrow K^0K^0\bar{K}^0$ . According to the decays 1-3 and 2-4 of equation (43), we see that  $A(B^+ \rightarrow K^+K^+K^-)$  and  $A(B^+ \rightarrow K^+K^0\bar{K}^0)$  are proportional to  $A(B_d^0 \rightarrow K^+K^0K^-)$  and  $A(B_d^0 \rightarrow K^0K^0\bar{K}^0)$ , respectively.

Within flavor SU(3) symmetry, the amplitude of a popped  $s\bar{s}$  quark pair is equivalent to that of a popped  $u\bar{u}$  or  $d\bar{d}$  pair. Consequently, the diagrams involved in  $B \rightarrow KK\bar{K}$  decays are the same as those in  $B \rightarrow K\pi\pi$  decays.

There are 11 experimental observables: (1) the decay rates and direct CP asymmetries for  $B_d^0 \rightarrow K^+\pi^-\pi^0$ ,  $B_d^0 \rightarrow K^0\pi^+\pi^-$ ,  $B_d^0 \rightarrow K^+K^0K^-$ , and  $B_d^0 \rightarrow K^0K^0\bar{K}^0$ , (2) the indirect CP asymmetries of  $B_d^0 \rightarrow K^0\pi^+\pi^-$ ,  $B_d^0 \rightarrow K^0\pi^+\pi^-$ , and  $B_d^0 \rightarrow K^0K^0\bar{K}^0$ .

In Imbeault et al. (2011), it was shown that it is possible to write the amplitudes in terms of 5 effective diagrams (see Rey-Le Lorier et London 2012 for more details). By including the Tree-EWP relation, equation (38), the total number of unknown theoretical parameters is 10: 5 magnitudes of effective diagrams, 4 relative strong phases, and the CP phase  $\gamma$ .

By having more observables than theoretical parameters, the CP phase  $\gamma$  can be extracted from a fit.

### 5.2.6. Mixed symmetric states: Amplitudes and Parameter Counts

As seen in the definition of mixed states (equations 34 and 36),  $|M_1\rangle$  and  $|M_3\rangle$  are to be studied simultaneously because they are related to one another. We start by giving the amplitudes of  $B \rightarrow K\pi\pi$  and  $B \rightarrow KK\bar{K}$  in terms of diagrams for the  $|M_1\rangle$  state (which include contributions from  $|M_3\rangle$  diagrams). Then we present amplitudes for the  $|M_3\rangle$  mixed state (which include contributions from  $|M_1\rangle$  diagrams).

Equation (44) presents the amplitudes for  $B \rightarrow K\pi\pi$  decays in terms of diagrams.

$$\begin{aligned}
A(B^+ \rightarrow K^+\pi^+\pi^-)_{|M_1\rangle} &= \left[ -T_2'^{M_1} - C_1'^{M_1} + \frac{1}{2}\tilde{P}_{ut}'^{M_1} + \frac{\sqrt{3}}{2}\tilde{P}_{ut}'^{M_3} \right] e^{i\gamma} \\
&\quad + \frac{1}{2}\tilde{P}_{ct}'^{M_1} + \frac{\sqrt{3}}{2}\tilde{P}_{ct}'^{M_3} - \frac{1}{3}P_{EW1}'^{M_1} + \frac{1}{3}P_{EW1}'^{C,M_1} - \frac{2}{3}P_{EW2}'^{C,M_1}, \\
\sqrt{2}A(B^+ \rightarrow K^0\pi^+\pi^0)_{|M_1\rangle} &= \left[ -T_1'^{M_1} - C_2'^{M_1} \right] e^{i\gamma} + -P_{EW2}'^{M_1} - P_{EW1}'^{C,M_1},
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
A(B_d^0 \rightarrow K^0 \pi^+ \pi^-)_{|M_1\rangle} &= \left[ -T_1'^{M_1} - C_1'^{M_1} + \frac{1}{2} \tilde{P}_{ut}'^{M_1} + \frac{\sqrt{3}}{2} \tilde{P}_{ut}'^{M_3} \right] e^{i\gamma} \\
&\quad + \frac{1}{2} \tilde{P}_{ct}'^{M_1} + \frac{\sqrt{3}}{2} \tilde{P}_{ct}'^{M_3} - \frac{1}{3} P_{EW1}'^{M_1} - \frac{2}{3} P_{EW1}'^{C,M_1} + \frac{1}{3} P_{EW2}'^{C,M_1}, \\
\sqrt{2} A(B_d^0 \rightarrow K^+ \pi^0 \pi^-)_{|M_1\rangle} &= \left[ T_1'^{M_1} + C_2'^{M_1} \right] e^{i\gamma} + P_{EW2}'^{M_1} + P_{EW1}'^{C,M_1}. \tag{44}
\end{aligned}$$

For  $B \rightarrow KK\bar{K}$  decays we have

$$\begin{aligned}
A(B^+ \rightarrow K^+ K^0 \bar{K}^0)_{|M_1\rangle} &= \left[ -\frac{1}{2} P_{ut}'^{M_1} + \frac{\sqrt{3}}{2} P_{ut}'^{M_3} \right] e^{i\gamma} - \frac{1}{2} P_{ct}'^{M_1} - \frac{\sqrt{3}}{2} P_{ct}'^{M_3} \\
&\quad - \frac{2}{3} P_{EW1}'^{M_1} + \frac{1}{6} P_{EW1}'^{C,M_1} + \frac{1}{2\sqrt{3}} P_{EW1}'^{C,M_3} + \frac{1}{6} P_{EW2}'^{C,M_1} - \frac{1}{2\sqrt{3}} P_{EW2}'^{C,M_3}, \\
\frac{1}{\sqrt{2}} A(B^+ \rightarrow K^- K^+ K^+)_{|M_1\rangle} &= \left[ -\frac{1}{2} T_2'^{M_1} + \frac{\sqrt{3}}{2} T_2'^{M_3} - \frac{1}{2} C_1'^{M_1} + \frac{\sqrt{3}}{2} C_1'^{M_3} - \tilde{P}_{ut}'^{M_1} \right] e^{i\gamma} - \tilde{P}_{ct}'^{M_1} \\
&\quad + \frac{1}{3} P_{EW1}'^{M_1} + \frac{\sqrt{3}}{2} P_{EW1}'^{M_3} + \frac{1}{6} P_{EW1}'^{C,M_1} + \frac{1}{2\sqrt{3}} P_{EW1}'^{C,M_3} + \frac{1}{3} P_{EW2}'^{C,M_1} + \frac{1}{\sqrt{3}} P_{EW2}'^{C,M_3}, \\
A(B_d^0 \rightarrow K^0 K^+ K^-)_{|M_1\rangle} &= \left[ -\frac{1}{2} T_2'^{M_1} - \frac{\sqrt{3}}{2} T_2'^{M_3} - C_1'^{M_1} + \frac{1}{2} P_{ut}'^{M_1} - \frac{\sqrt{3}}{2} P_{ut}'^{M_3} \right] e^{i\gamma} \\
&\quad + \frac{1}{2} \tilde{P}_{ct}'^{M_1} - \frac{\sqrt{3}}{2} P_{ct}'^{M_3} - \frac{1}{3} P_{EW1}'^{M_1} - \frac{1}{6} P_{EW1}'^{C,M_1} - \frac{1}{2\sqrt{3}} P_{EW1}'^{C,M_3} + \frac{1}{3} P_{EW2}'^{C,M_1} - \frac{1}{\sqrt{3}} P_{EW2}'^{C,M_3}. \tag{45}
\end{aligned}$$

We now turn to the  $|M_3\rangle$  amplitudes for  $B \rightarrow K\pi\pi$  decays:

$$\begin{aligned}
A(B^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^-)_{|M_3\rangle} &= \left[ -T_2'^{M_3} - C_1'^{M_3} - \frac{1}{2} \tilde{P}_{ut}'^{M_3} + \frac{\sqrt{3}}{2} \tilde{P}_{ut}'^{M_1} \right] e^{i\gamma} \\
&\quad - \frac{1}{2} \tilde{P}_{ct}'^{M_3} + \frac{\sqrt{3}}{2} \tilde{P}_{ct}'^{M_1} - P_{EW1}'^{M_3} - \frac{1}{3} P_{EW1}'^{C,M_3} - \frac{2}{3} P_{EW2}'^{C,M_3}, \\
\sqrt{2} A(B^+ \rightarrow K^0 \pi^+ \pi^0)_{|M_3\rangle} &= \left[ -T_1'^{M_3} - C_2'^{M_3} + \tilde{P}_{ut}'^{M_3} - \sqrt{3} \tilde{P}_{ut}'^{M_1} \right] e^{i\gamma} \\
&\quad + \tilde{P}_{ct}'^{M_3} - \sqrt{3} \tilde{P}_{ct}'^{M_1} - P_{EW2}'^{M_3} - \frac{1}{3} P_{EW1}'^{C,M_3} - \frac{2}{3} P_{EW2}'^{C,M_3}, \\
A(B_d^0 \rightarrow K^0 \pi^+ \pi^-)_{|M_3\rangle} &= \left[ -T_1'^{M_3} - C_1'^{M_3} + \frac{1}{2} \tilde{P}_{ut}'^{M_3} - \frac{\sqrt{3}}{2} \tilde{P}_{ut}'^{M_1} \right] e^{i\gamma} \\
&\quad + \frac{1}{2} \tilde{P}_{ct}'^{M_3} - \frac{\sqrt{3}}{2} \tilde{P}_{ct}'^{M_1} - P_{EW1}'^{M_3} - \frac{2}{3} P_{EW1}'^{C,M_3} - \frac{1}{3} P_{EW2}'^{C,M_3}, \\
\sqrt{2} A(B_d^0 \rightarrow K^+ \pi^0 \pi^-)_{|M_3\rangle} &= \left[ T_1'^{M_3} - 2T_2'^{M_3} - C_2'^{M_3} - \tilde{P}_{ut}'^{M_3} + \sqrt{3} \tilde{P}_{ut}'^{M_1} \right] e^{i\gamma} \\
&\quad - \tilde{P}_{ct}'^{M_3} + \sqrt{3} \tilde{P}_{ct}'^{M_1} - P_{EW2}'^{M_3} + \frac{1}{3} P_{EW1}'^{C,M_3} - \frac{4}{3} P_{EW2}'^{C,M_3}. \tag{46}
\end{aligned}$$



For the  $B \rightarrow KK\bar{K}$  decays, the  $|M_3\rangle$  amplitudes are described in equation (47). We note that the decay  $B_d^0 \rightarrow K^0 K^+ K^-$  involves two identical particles and therefore does not have an  $|M_3\rangle$  component.

$$\begin{aligned}
A(B^+ \rightarrow K^+ K^0 \bar{K}^0)_{|M_3\rangle} &= \left[ -\frac{1}{2} P'_{ut}{}^{M_3} - \frac{\sqrt{3}}{2} P'_{ut}{}^{M_1} \right] e^{i\gamma} - \frac{1}{2} P'_{ct}{}^{M_3} - \frac{\sqrt{3}}{2} P'_{ct}{}^{M_1} \\
&\quad + \frac{1}{6} P'_{EW1}{}^{C,M_3} - \frac{1}{2\sqrt{3}} P'_{EW1}{}^{C,M_1} - \frac{1}{6} P'_{EW2}{}^{C,M_3} - \frac{1}{\sqrt{3}} P'_{EW2}{}^{C,M_1}, \\
\frac{1}{\sqrt{2}} A(B^+ \rightarrow K^- K^+ K^+)_{|M_3\rangle} &= 0, \\
A(B_d^0 \rightarrow K^0 K^+ K^-)_{|M_3\rangle} &= \left[ -\frac{1}{2} T'_{2}{}^{M_3} - \frac{\sqrt{3}}{2} T'_{2}{}^{M_1} - C_1{}^{M_3} + \frac{1}{2} P'_{ut}{}^{M_3} + \frac{\sqrt{3}}{2} P'_{ut}{}^{M_1} \right] e^{i\gamma} \\
&\quad + \frac{1}{2} \tilde{P}'_{ct}{}^{M_3} + \frac{\sqrt{3}}{2} P'_{ct}{}^{M_1} - \frac{1}{6} P'_{EW1}{}^{C,M_3} + \frac{1}{2\sqrt{3}} P'_{EW1}{}^{C,M_1} - \frac{1}{3} P'_{EW2}{}^{C,M_3} - \frac{1}{\sqrt{3}} P'_{EW2}{}^{C,M_1}.
\end{aligned} \tag{47}$$

$|M_1\rangle$  states are symmetric under the exchange of particles 2 and 3. If particles 1, 2 and 3 are identical,  $|M_1\rangle$  states vanish, such as in the  $B^0 \rightarrow K^0 K^0 \bar{K}^0$  decay. Looking at decays 2 and 4 of equation (44), we see that  $A(B^+ \rightarrow K^0 \pi^+ \pi^0) = -A(B^0 \rightarrow K^+ \pi^0 \pi^-)$ . The decay rates and direct CP asymmetries are measurable for the 6 independent  $B \rightarrow K\pi\pi$  and  $KK\bar{K}$  decays, and the indirect CP asymmetry is measurable in  $B^+ \rightarrow K^0 \pi^+ \pi^0$  and  $B^0 \rightarrow K^0 K^+ K^-$  decays. We therefore have 14 observables for the  $|M_1\rangle$  state.

$|M_3\rangle$  states are antisymmetric under the exchange of particles 2 and 3. This means that all amplitudes for decays that have two identical particles in the final state vanish. This is the case for  $B^+ \rightarrow K^+ K^0 \bar{K}^0$  and  $B^+ \rightarrow K^+ K^+ K^-$  (experimentally, for the final state  $K^+ K^0 \bar{K}^0$ ,  $K^0$  and  $\bar{K}^0$  are identical as they are both measured as  $K_S$ ). We have 5 decays for which we can measure the decay rates and direct CP asymmetries:  $B^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^-$ ,  $B^+ \rightarrow K^0 \pi^+ \pi^0$ ,  $B^0 \rightarrow K^0 \pi^+ \pi^-$ ,  $B^0 \rightarrow K^+ \pi^0 \pi^-$ , and  $B^0 \rightarrow K^0 K^+ K^-$ . The indirect CP asymmetries for  $B^0 \rightarrow K^0 \pi^+ \pi^-$  and  $B^0 \rightarrow K^0 K^+ K^-$  are the last two observables. This takes the count up to 12 observables.

Considering that  $|M_1\rangle$  and  $|M_3\rangle$  states are related, there are a total of  $10 \times 2 = 20$  diagrams. We then use the Tree-EWP relations to bring the number of diagrams to  $6 \times 2 = 12$ :  $P_{ct}$ ,  $P_{uc}$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $T_1$ , and  $T_2$  for each of  $|M_1\rangle$  and  $|M_3\rangle$  ( $P_{EWi} \propto T_i$  and  $P_{EWi}^C \propto C_i$ ). The number of unknown theoretical parameters is then 24: 12 diagram magnitudes, 11 relative strong phases and  $\gamma$ .

Adding  $|M_1\rangle$  and  $|M_3\rangle$  observables (14+12=26), we see that there are more observables (26) than theoretical unknown parameters (24).  $\gamma$  can then be extracted from a fit.

### 5.2.7. Antisymmetric states: Amplitudes and Parameter Counts

As seen in Sec. 5.2.3, the fully-antisymmetric state is defined as

$$|A\rangle \equiv \frac{1}{6}(|123\rangle - |132\rangle + |312\rangle - |321\rangle + |231\rangle - |213\rangle). \quad (48)$$

There is a coefficient of  $+1$  ( $-1$ ) if the particles are in cyclic (anticyclic) order. Moreover, fully-antisymmetric states are only possible if there are no identical particles in the final state, which removes from the analysis the  $B^+ \rightarrow K^- K^+ K^+$  decay. Also, since  $K^0$  and  $\bar{K}^0$  are measured as  $K_S$ , they are considered as identical particles, so that the  $B_d^0 \rightarrow K^0 K^0 \bar{K}^0$  decay is also not allowed.

Therefore, for  $B \rightarrow K\pi\pi$  decays we have

$$\begin{aligned} A(B^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^-)_{|A\rangle} &= -T'_2 e^{i\gamma} - C'_1 e^{i\gamma} + \tilde{P}'_{ut} e^{i\gamma} + \tilde{P}'_{ct} \\ &\quad - P'_{EW1} - \frac{1}{3} P'^C_{EW1} - \frac{2}{3} P'^C_{EW2}, \\ \sqrt{2} A(B^+ \rightarrow K^0 \pi^+ \pi^0)_{|A\rangle} &= -T'_1 e^{i\gamma} - C'_2 e^{i\gamma} - 2\tilde{P}'_{ut} e^{i\gamma} - 2\tilde{P}'_{ct} \\ &\quad - P'_{EW2} - \frac{1}{3} P'^C_{EW1} - \frac{2}{3} P'^C_{EW1}, \\ A(B_d^0 \rightarrow K^0 \pi^+ \pi^-)_{|A\rangle} &= -T'_1 e^{i\gamma} - C'_1 e^{i\gamma} - \tilde{P}'_{ut} e^{i\gamma} - \tilde{P}'_{ct} \\ &\quad - P'_{EW1} - \frac{2}{3} P'^C_{EW1} - \frac{1}{3} P'^C_{EW2}, \\ \sqrt{2} A(B_d^0 \rightarrow K^+ \pi^0 \pi^-)_{|A\rangle} &= T'_1 e^{i\gamma} - 2T'_2 e^{i\gamma} - C'_2 e^{i\gamma} + 2\tilde{P}'_{ut} e^{i\gamma} + 2\tilde{P}'_{ct} \\ &\quad - P'_{EW2} + \frac{1}{3} P'^C_{EW1} - \frac{4}{3} P'^C_{EW2}. \end{aligned} \quad (49)$$

For  $B \rightarrow KK\bar{K}$  decays we have

$$\begin{aligned} A(B^+ \rightarrow K^+ K^0 \bar{K}^0)_{|A\rangle} &= 0, \\ \frac{1}{\sqrt{2}} A(B^+ \rightarrow K^- K^+ K^+)_{|A\rangle} &= 0, \\ A(B_d^0 \rightarrow K^0 K^+ K^-)_{|A\rangle} &= T'_2 e^{i\gamma} - C'_1 e^{i\gamma} - P'_{ut} e^{i\gamma} \\ &\quad - \tilde{P}'_{ct} + \frac{1}{3} P'^C_{EW1} + \frac{2}{3} P'^C_{EW2}. \end{aligned} \quad (50)$$

In the antisymmetric state, all particles must be distinguishable. These are the allowed processes where we can measure the decay rate and the direct CP asymmetry:  $B^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^-$ ,  $B^+ \rightarrow K^0 \pi^+ \pi^0$ ,  $B^0 \rightarrow K^+ \pi^- \pi^0$ ,  $B^0 \rightarrow K^0 \pi^+ \pi^-$ , and  $B^0 \rightarrow K^+ K^0 K^-$ . The indirect CP asymmetry can be measured for  $B^0 \rightarrow K^0 K^+ K^-$  and  $B^0 \rightarrow K^0 \pi^+ \pi^-$ . We therefore count 12 observables.

The amplitudes are written in terms of 6 diagrams:  $P_{ct}, P_{ut}, C_1, C_2, T_1, T_2$ . The number of unknown theoretical parameters is 12: 6 magnitudes of diagrams, 5 relative strong phases and  $\gamma$ .

A fit can therefore be done, but with an equal number of observables and unknowns, there are likely to be many discretely-ambiguous solutions. However, we can make an additional approximation, which is to neglect  $P_{ut}$ . As noted in equation (33), for a  $\bar{b} \rightarrow \bar{s}$  transition  $P_{ut}$  is multiplied by  $V_{ub}V_{us}^* \sim \lambda^4$  whereas  $P_{ct}$  has a  $V_{cb}V_{cs}^* \sim \lambda^2$  coefficient. If we suppose that  $P_u, P_c$  and  $P_t$  are all of the same order, then  $|P_{ut}| \approx \lambda^2|P_{ct}|$  and therefore  $P_{ut}$  could be neglected to reduce the number of theoretical parameters.

Having 10 unknown theoretical parameters for 12 observables, it is possible to extract  $\gamma$  using a fit and even add an SU(3)-breaking parameter  $|\alpha_{SU(3)}|$  to the unknowns.

### 5.3. Étapes du projet et stratégies épistémiques

Dans cette section, je revisite certaines étapes clés de mon processus de recherche pendant le projet. Pour trouver des manifestations de travail identitaire interne, je mobilise la notion de stratégies épistémiques (dans un contexte de création de savoirs, notamment comment on sait ce qu'on sait).

#### 5.3.1. La mise en contexte et la justification du sujet

Dans le projet *Désintégrations*  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$ , la mise en contexte et la justification du sujet découle d'une approche liminale. Knorr Cetina (1999) définit l'approche liminale comme les limites entre les frontières du savoir positif et les incertitudes qui l'entourent, appelé le savoir négatif. Plus précisément, le savoir négatif est le savoir au sujet des limites de ce qui est su et inclut les erreurs, les incertitudes et les limites à la recherche. Autrement dit, par la non-mesure, la communauté pose des limites sur les propriétés de particules hypothétiques et de leurs interactions. Une absence de connaissance sur un tel aspect suggère des avenues de recherche et c'est par les résultats de ces recherches que s'établissent à nouveau les frontières, plus ou moins floues, des savoirs.

Réinterprétons la Figure 22, reproduite à la Figure 24, qui sert de point d'ancrage expérimental au projet, en termes d'approche liminale et savoirs négatifs. Là, les diverses incertitudes délimitent la région du savoir positif. L'angle  $\gamma$  est défini par l'emplacement du sommet du

triangle ou point  $(0,2; 0,3)$  que je nommerai « sommet  $\alpha$  »<sup>25</sup>. L'emplacement du sommet  $\alpha$  est circonscrit par la superposition des incertitudes sur (1) l'élément de la matrice CKM,  $|V_{ub}|$ , (en vert foncé), (2) la différence de masse entre  $d$  et  $\bar{d}$  ainsi que  $s$  et  $\bar{s}$ ,  $\Delta m_d$  et  $\Delta m_s$ , (en jaune et orange), (3) le coefficient de mélange des mésons K,  $\epsilon_K$ , (en vert clair) et (4) l'incertitude sur l'angle  $\beta$ ,  $\sin 2\beta$ , (en bleu foncé).

À partir des avenues de recherche suggérées par la Figure 24, les mésons  $B$ <sup>26</sup> constituent de bons candidats puisque certaines de leurs désintégrations impliquent des transitions  $b \rightarrow u$  représentées par le coefficient  $V_{ub}$  de la matrice CKM qui dépend de l'angle  $\gamma$ . Aussi, des trois angles du triangle unitaire (Figure 20), l'angle  $\gamma$  est le moins connu. Ceci est important, car, comme le résume David London (DL), « c'est dans les incertitudes que se cache la nouvelle physique ». De plus, la grande majorité des mesures de l'angle  $\gamma$  ont été faites sur des désintégrations en deux particules pseudoscalaires. Grâce à des avancées théoriques, l'angle  $\gamma$  a été mesuré dans les désintégrations en trois particules (Bhattacharya et al., 2014b). L'objectif du projet *Désintégrations  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$*  consiste à développer une méthode d'analyse qui tient compte de toutes les symétries relatives des particules dans l'état final. Puisque l'analyse de ces désintégrations tient compte de diagrammes de type pingouin (voir Figure 23), elle est sensible aux effets de particules jusqu'ici non détectées. C'est ce qui est appelé la recherche indirecte de nouvelle physique<sup>27</sup>. En général, les recherches indirectes ont : (1) l'avantage d'être sensibles aux particules de grande masse qui interviennent à titre de particules virtuelles, et (2) trouvent les sources de « nouvelle physique » dans un désaccord entre les prédictions du Modèle standard et les mesures expérimentales.

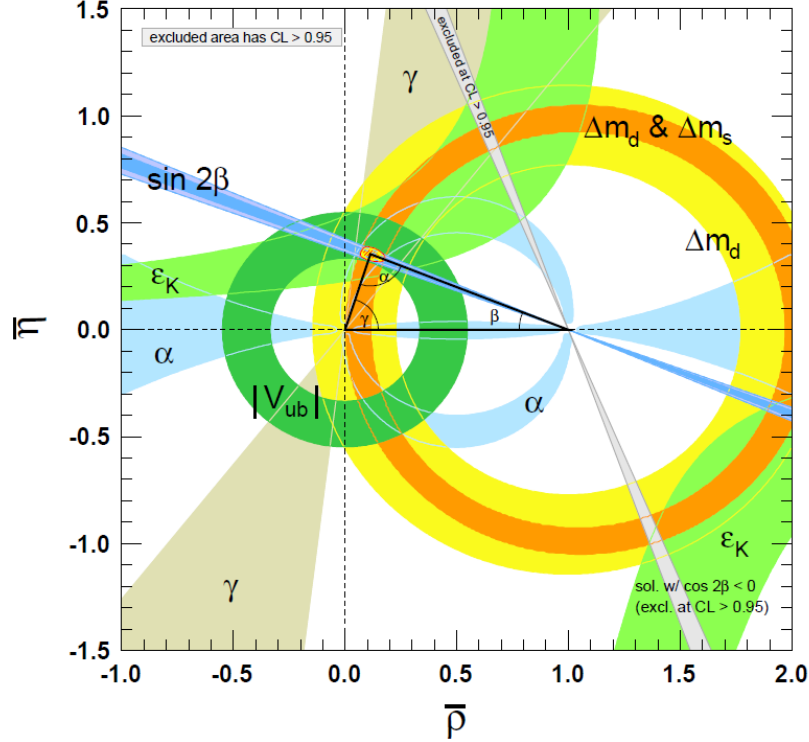
### 5.3.2. L'appropriation de la méthode : rabatement et conventions

Tout comme le Modèle standard, la plupart des théories matures sont érigées sur des axiomes auxquels les physiciens et physiciennes adhèrent. À cet effet, Reyes Galindo (2011) propose la stratégie épistémique de la modélisation des principes premiers qui place l'adhésion aux théories au centre du mode de production des savoirs scientifiques. Dans le cas du projet *Désintégrations  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$* , les principes premiers sont tirés de la théorie

25.  $\beta$  est par définition fixé sur l'axe des x ainsi seul la position du sommet de l'angle  $\alpha$  fait varier l'angle  $\gamma$ .

26. Les mésons  $B$  sont des particules composées de deux quarks dont l'un d'eux est un quark bottom (b).

27. Opposées aux méthodes indirectes, les méthodes directes de recherche consistent à découvrir de nouvelles particules par les traces qu'elles laissent dans un détecteur donné, ou encore en reconstruisant la chaîne des interactions à partir des produits de désintégration. Puisque les expériences actuelles échouent à détecter de nouvelles particules, la communauté en physique statue, par approche liminale, que les particules de la nouvelle physique doivent être au-delà d'une certaine masse. Plusieurs modèles théoriques prédisent que la « nouvelle physique » pourrait être au-delà des sensibilités qu'ont les expériences en fonction.



**FIGURE 24.** Reproduction de la Figure 22. Contraintes dans le plan  $\bar{\rho}$  et  $\bar{\eta}$ . Les régions ombragées ont un niveau de confiance de 95 %. L’objectif est d’évaluer si  $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$ . Actuellement, la mesure expérimentale est de  $(175 \pm 9)^\circ$  ce qui est en accord avec les prédictions du Modèle standard.

des champs quantiques et d’outils mathématiques, comme les groupes de Lie qui décrivent certaines symétries associées au système<sup>28</sup>.

La théorie des champs quantiques permet de calculer les probabilités (amplitudes) d’interactions ou de désintégrations des particules fondamentales. Ce formalisme est lourd mathématiquement pour les désintégrations en deux particules pseudoscalaires ( $B \rightarrow PP$ ). C’est pour cette raison qu’en 1995, Gronau, Hernandez, London et Rosner (GHLR) développent la méthode diagrammatique qui simplifie les calculs puisqu’on calcule chaque amplitude en relations entre diverses désintégrations (diagrammes) possibles plutôt que de les calculer individuellement<sup>29</sup>.

28. En physique, il est plus juste de parler de théorie de jauge dans laquelle on utilise les groupes de Lie. Nous avons fait ce passe-passe de nomenclature pour limiter le jargon.

29. En 2011, Rey-Le Lorier, Imbeault et London se basent sur les travaux de GHLR pour proposer la méthode diagrammatique en trois particules pseudoscalaires ( $B \rightarrow PPP$ ). Alors que la méthode diagrammatique pose que les particules  $(u, d, s)$  sont soumises à la symétrie SU(3), en 2014a, Bharracharya, Gronau, Imbeault, London et Rosner montrent l’équivalence mathématique entre l’amplitude SU(3) et l’amplitude de la méthode diagrammatique dans les désintégrations à trois particules pseudoscalaires pour le cas complètement symétrique. Cette justification n’a pas été faite pour les autres symétries, « mais tout le monde s’entend que ça doit tenir » (DL). En somme, il s’agit donc de rattacher la méthode diagrammatique à un

Pour utiliser la méthode diagrammatique sur les états de symétries mixtes, il me fallait en définir les états et leurs relations à partir des principes premiers. En ayant postulé la symétrie  $SU(3)$ , les états finaux des trois particules sont considérés comme identiques puisqu'ils n'impliquent que des quarks (u,d,s). En étiquetant les particules 1, 2 et 3, on constate que six permutations sont possibles 123, 132, 312, 321, 231 et 213. Ensuite, on pose les définitions pour chaque type de symétrie et développe l'équation conséquente. L'état symétrique doit être invariant sous n'importe quelles permutations de l'ordre des particules. L'état antisymétrique doit gagner un signe négatif si l'ordre 123 est inversé comme dans 321. Les états mixtes doivent être soit symétriques ou antisymétrique à une permutation d'une seule paire de particules, ici la paire (2-3). Les conditions énumérées précédemment génèrent le problème mathématique à résoudre.

Pour résoudre un problème mathématique, une stratégie consiste à ramener ce problème à un autre problème connu. George Polya, didacticien des mathématiques, énonce cette stratégie épistémique, identifiée ici comme le rabattement<sup>30</sup>, comme suit :

**Do you know a related problem?** We can scarcely imagine a problem absolutely new, unlike and unrelated to any formerly solved problem ; but if such a problem could exist, it would be insoluble. In fact, when solving a problem, we always profit from previously solved problems, using their results, or their method, or the experience we acquired solving them. (Polya, 2014, p.98)

Idéalement, j'aurais conservé un plus grand nombre de traces qui m'auraient permis de décrire plus en détail les étapes de la résolution de problème. Néanmoins, je peux affirmer dans le cadre de mon propre travail de recherche que les coefficients associés aux systèmes mixtes rappellent les matrices  $\lambda_3$  et  $\lambda_8$  de Gell-Mann qui sont les matrices génératrices de l'espace  $SU(3)$ . Ainsi, c'est en ayant résolu plusieurs problèmes connus similaires qu'il m'est ensuite possible de poser un ensemble d'équations. C'est en testant le système d'équations pour voir si elles satisfont les conditions initiales (paragraphe précédent) que l'on découvre si la solution est valide ou non.

Dans les calculs associés à la méthode diagrammatique, mon directeur et moi avons choisi un ordre précis pour les particules. En physique, on dira « prendre une certaine convention ». Une convention (mathématique ou physique) est un fait, un nom, une notation ou un usage qui est généralement convenue dans la communauté en mathématique ou en physique (AoPS, 2020). La convention a plusieurs fonctions. Par exemple, la convention de notation mathématique permet d'uniformiser et de faciliter la compréhension sans avoir à redéfinir

---

principe premier. Tiré des groupes de Lie,  $SU(3)$  signifie special unitary group dont les matrices (carrées) ont trois colonnes et trois rangées. Ces matrices sont unitaires, complexes et de déterminant 1.

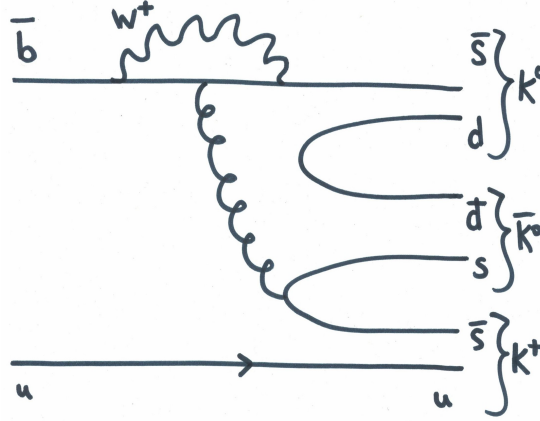
30. Je remercie Jacques César pour le terme rabattement qu'il utilise en didactique des sciences.

chaque fois les termes de bases. Aussi, la convention d'ordre d'éléments où d'orientation spatiale explicite souvent un choix nécessaire à la résolution d'un problème physique. Autrement dit, l'important n'est pas le choix, mais son application uniforme et conventionnée. Pour le projet *Désintégrations*  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$ , il fallait définir l'ordre des particules dans la désintégration  $B^+ \rightarrow K^+K^0\bar{K}^0$  et l'ordre de lecture des particules dans le diagramme (de haut en bas) puisque les amplitudes des états de symétrie changent selon l'ordre des particules. Il était donc important de conserver le même ordre dans chacun des calculs intermédiaires. Dans le cas du projet de détermination des amplitudes pour les états mixtes, un autre collaborateur n'avait pas utilisé la même convention pour l'ordre des particules dans les désintégrations où  $B^+ \rightarrow K^+K^+K^-$  a été posé comme  $B^+ \rightarrow K^-K^+K^+$ . Il a donc fallu s'assurer que les deux manières généraient un résultat équivalent. En somme, la manière dont on numérote les particules ne change pas la valeur de l'angle  $\gamma$  qui définit, indirectement, la manière dont elles interagissent.

Je présente un exemple du calcul du coefficient de type pingouin  $P'_{ut}$  pour une désintégration  $B^+ \rightarrow K^+K^0\bar{K}^0$  dans le cas mixte  $|M_3\rangle$ . La première étape consiste à dessiner le diagramme de désintégration en explicitant chaque quark et chaque vecteur d'interaction (voir Figure 25). Premier constat, le diagramme de type pingouin  $P'_{ut}$  permet de réaliser la désintégration, le coefficient et donc égal à 1. Ensuite, il faut vérifier s'il faut multiplier par des coefficients pour chaque  $\bar{u}$ ,  $\pi_0$  ou particules identiques. Comme ce n'est pas le cas, le coefficient resta à 1. L'étape suivante est de comparer l'ordre dans lequel apparaissent les particules dans le diagramme avec sa définition. Ici, mon directeur et moi avons posé le cas  $|123\rangle$  comme  $B^+ \rightarrow K^+K^0\bar{K}^0$ . Autrement dit,  $K^+$  est la particule étiquetée comme 1,  $K^0$  comme 2 et  $\bar{K}^0$  comme 3. En choisissant dans la Figure 25 de lire les particules de haut en bas, nous avons les particules  $K^0\bar{K}^0K^+$  qui sont dans l'ordre  $|231\rangle$ . Pour ramener l'ordre à  $|123\rangle$ , le coefficient est multiplié par la matrice de permutation cyclique ce qui donne pour résultat  $-\frac{1}{2}P'_{ut}M_1 + \frac{\sqrt{3}}{2}P'_{ut}M_3$ . Enfin, on explicite la dépendance envers  $\gamma$  en inscrivant un facteur  $e^{i\gamma}$  et sont ainsi obtenus les deux premiers coefficients de la première ligne de l'équation (5.2.6).

### 5.3.3. Le calcul des amplitudes diagrammatiques : vérification, conventions et approximations

Après m'être approprié les méthodes d'analyse, j'ai calculé l'amplitude de désintégrations en trois particules pseudoscalaires pour le cas symétrique, c'est-à-dire celui dont les résultats ont déjà été publiés. Il s'agit de la vérification (check) qui consiste à refaire et vérifier ce qui a déjà été fait (Knorr-Cetina 1999, p.61). Ensuite, j'ai calculé manuellement les amplitudes des états de symétrie mixte. Précédemment, un membre du groupe avait produit un code



**FIGURE 25.** Figure représentant la désintégration  $B^+ \rightarrow K^+ K^0 \bar{K}^0$ .

Mathematica<sup>31</sup> qui calcule les amplitudes. Considérant que les deux manières de calculer les amplitudes n’avaient pas étiqueté les particules selon la même convention, il a fallu vérifier si elles étaient équivalentes et choisir une des deux conventions. Il a été décidé<sup>32</sup> que les résultats générés numériquement allaient agir comme résultats officiels. Knorr-Cetina définit cette stratégie comme la contre-vérification (crosscheck) où on vérifie si le problème a été attaqué sous un autre angle. Lorsque le calcul des amplitudes des états de symétries mixtes triomphe les étapes de la vérification et la contre-vérification, on statue qu’il est prêt à être envoyé à l’équipe responsable de la mesure expérimentale.

Dans ce projet, il y avait une partie plus mathématique – l’analyse diagrammatique et les états de symétries – et une partie plus physique – déterminer s’il est possible d’arriver à une mesure de l’angle  $\gamma$  avec cette méthode d’analyse. J’ai donc utilisé la méthode diagrammatique et ai appliqué les modifications nécessaires pour développer les états de symétrie mixte. La partie mathématique prend racine dans la théorie des groupes et la symétrie SU(3) qui rappelle la stratégie de modélisation des principes premiers de Reyes Galindo. Par la suite, j’ai lié cette analyse théorique aux phénomènes physiques pour répondre à la question : « Peut-on mesurer une valeur expérimentale ? ». L’équipe de recherche avait pour objectif de mesurer la phase  $\gamma$  à partir d’un ajustement de données. Pour valider la possibilité d’un ajustement de données, il fallait compter le nombre d’observables expérimentaux et s’assurer que la méthode d’analyse comporte au moins un paramètre théorique de moins (*nombre de*

31. Le programme Mathematica permet de calculer algébriquement c’est-à-dire conserver les équations sous leur forme avec des variables plutôt que des nombres :  $y = ax^2 + bx + c$ .

32. Ici, j’utilise une formulation courante en physique qui a pour conséquence de faire disparaître l’humain derrière la recherche. Ainsi, une décision de recherche est prise par les membres du groupe (on ne sait pas trop comment), mais cette décision sera verbalisée comme une décision commune et impersonnelle à la fois.



*paramètres théoriques < nombre de paramètres expérimentaux*). Les cinq désintégrations expérimentales choisies ont générés onze observables. La méthode d'analyse devait donc avoir au maximum dix paramètres, ce qui n'était pas le cas pour l'ensemble des états de symétrie.

Les approximations entrent alors en jeu pour permettent d'atteindre le but souhaité : la mesure de l'angle  $\gamma$ . Dans le cas « symétrique », nous (David, moi et d'autres collaborateurs) avons diminué le nombre de paramètres théoriques à partir des approximations suivantes : (1) en négligeant certains diagrammes à très faible contribution, et (2) en considérant des relations entre les divers diagrammes. L'approximation (1) est une pratique courante en physique qui consiste à diminuer légèrement la précision de la mesure, ce qui a comme effet de grandement faciliter (ou permettre) le calcul<sup>33</sup>. L'approximation (2) s'avère actuellement être un heureux hasard de la nature. Ensuite, pour les cas « mixtes » et « antisymétriques », ces approximations n'étaient pas suffisantes et il a fallu faire une approximation supplémentaire en stipulant que la contribution du diagramme  $P_{ut}$  est faible pour l'exclure du calcul. Encore une fois, cette approximation avait pour conséquence d'augmenter l'incertitude sur la mesure (voir section suivante), mais a satisfait l'équipe parce que le but recherché est l'ajustement sur les données. En somme, dans le projet *Désintégrations  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$* , bien que la méthode diagrammatique et les états de symétries cherchent leur validité dans des principes premiers, ces outils sont développés dans le but ultime de s'arrimer aux résultats expérimentaux et donc, dans la stratégie de la modélisation par ajustement de données.

L'ajustement entre les données expérimentales et les paramètres théoriques a nécessité un travail de programmation considérable. Ainsi, pendant deux ans, Emilie Bertholet, étudiante au doctorat en physique, avec le soutien de son directeur de thèse Eli Ben-Haim se sont attelés à la tâche de produire un code qui extrait les données expérimentales et qui fait un ajustement avec les paramètres théoriques pour le cas symétrique seulement. Les résultats sur le cas « symétrique » seulement sont finalement sortis en décembre 2018 sous la forme d'une prépublication sur la plateforme ArXiv d'un article accepté dans la revue *Physical Review D*. Nous décrivons ces résultats à la section suivante.

#### 5.3.4. La mesure de l'angle $\gamma$ : résultat ambigu et contribution partielle

L'ajustement de données fait par Bertholet et ses collaborateurs (2018) sur le cas symétrique uniquement engendre six solutions possibles. Idéalement, aucune des six solutions obtenues n'aurait été en accord avec le Modèle standard et cela aurait indiqué que des éléments de

---

33. Dans certains cas, il peut y avoir jusqu'à une infinité d'éléments à tenir compte et pour effectuer des calculs numériques, il faut alors nécessairement couper quelque part. Par exemple, les calculs numériques impliquant le nombre irrationnel  $\pi$  doivent nécessairement choisir un certain nombre de chiffres après la décimale selon la précision souhaitée.

la « nouvelle physique » n’avaient pas été pris en compte dans l’analyse diagrammatique. Ici cependant, la solution  $\gamma_3 = [68.9_{8.6}^{+8.6}(\text{stat}) \pm 2.4(\text{syst})]$  deg est en accord avec les prédictions du Modèle standard. Ce faisant, l’analyse et l’ajustement de données génèrent un résultat ambigu puisqu’ils ne permettent pas d’affirmer s’il y a ou non des indices de nouvelle physique dans les désintégrations de mésons  $B$  en trois particules pseudoscalaire : rien ne prouve ou n’infirmes que  $\gamma_3$  soit la « vraie » solution. Pour arriver à un résultat probant, il faudrait comparer les concordances de cet ensemble de solutions avec les solutions générées par l’analyse des autres états de symétries (mixtes et antisymétrique). Pourtant, selon l’équipe de recherche, il est entendu qu’il est peu probable que cette concordance avec le Modèle standard ne soit qu’un jeu du hasard, d’autant plus qu’il s’agit de la deuxième mesure avec cette méthode qui génère une solution compatible avec le Modèle standard (voir Bhattacharya et al., 2014b). C’est pourquoi l’équipe de recherche interprète le résultat obtenu comme une mesure de précision sur l’angle  $\gamma$ <sup>34</sup> et compare ce résultat à l’écosystème des mesures qui génèrent la Figure 24 (revoir aussi 5.3.1). De là, l’article mentionne entre autres deux suites possibles : (1) refaire l’analyse avec plus de données expérimentales, ce qui réduirait l’incertitude « (stat) », (2) intégrer dans l’analyse les états de symétries mixtes et comparer les solutions obtenues. D’ici à ce que la suite (2) soit effectuée, ma contribution dans le projet de mesure de l’angle  $\gamma$  est somme toute partielle.

### 5.3.5. La diffusion du travail accompli : le séminaire sous-disciplinaire

La dernière étape de ma participation au projet était de présenter mon travail dans un séminaire organisé par ma sous-discipline de recherche, le GPP. Le séminaire a plusieurs fonctions dont transmettre des résultats ou partager des avancements au groupe de recherche, ou encore recevoir des commentaires et retours sur les travaux en cours. Le 28 mai 2019, j’ai présenté un séminaire intitulé « The Study of Mixed Symmetric Final States in  $B \rightarrow K\pi\pi$

---

34. L’article de Bertholet et al. (2019) contribue au savoir scientifique en proposant une mesure alternative de l’angle  $\gamma$  aux incertitudes raisonnables.  $\gamma_3 = [68.9_{8.6}^{+8.6}(\text{stat}) \pm 2.4(\text{syst})]$  deg comporte une incertitude statistique (stat) et une incertitude systématique (syst). Les incertitudes statistiques – qui sont les plus importantes pour la mesure – proviennent du nombre d’événements étudiés et pourraient être réduites en augmentant le nombre de données expérimentales. En lien avec le projet *Désintégrations  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$* , l’incertitude systématique émerge d’une imprécision interne au système. Autrement dit, les choix d’approximation effectués (décrits à la section précédente) s’insèrent dans cette valeur. Dans les faits, les incertitudes découlant de ces approximations effectuées sont noyées par deux autres effets qui sont l’extraction des données expérimentales à partir des graphiques de Dalitz (Dalitz plot) et le choix de négliger les effets de la brisure de la symétrie  $SU(3)$ . Pour ces effets, à défaut de pouvoir expliquer ou remédier au problème, l’équipe de recherche l’a plutôt quantifié. Ici, il s’agit de pratique typique de l’approche liminale ou, pour contourner l’impossible compréhension des mécanismes internes à l’incertitude, on teste le système (en faisant fluctuer une variable) pour en déterminer son impact sur la mesure.

et  $B \rightarrow KK\bar{K}$  and its Epistemic Strategies » que j'ai enregistré et retranscrit. Dans ce séminaire, j'ai résumé le projet complété (section 5.2) en plus de présenter une analyse des stratégies épistémiques employées (sections 5.3.1 à 5.3.4). Une quinzaine de personnes ont assisté au séminaire.

Un séminaire de ce type suit habituellement le format 50 minutes de présentation et 10 minutes de période de questions. J'ai segmenté les parties en physique et en communication. La partie présentant le projet de physique comportait 20 diapositives et a duré 17 minutes. Une période de questions (de 6 minutes) est survenue à la fin de ce segment de présentation. La seconde partie de la conférence portait sur une analyse des stratégies épistémiques. Elle comportait 19 diapositives et a duré 24 minutes suivie d'une période de question de 10 minutes. Le support visuel a servi principalement d'outil mnémotechnique.

Au début, mon codirecteur de thèse, DL, a introduit le sujet du séminaire :

She is doing a joint PhD in physics and communication on a subject that she invented [rires] literally. ... she has done a physics project and then she is studying how she did the physics project and that's what she is going to tell us. It will be some physics and a lot of other stuff which will probably be new for most of us. (Enregistrement, mai 2019)

Dans cet extrait DL souligne que j'ai inventé mon sujet, « littéralement ». Bien que le sujet de ma thèse soit unique, des ethnographies de communautés en physique sont relativement communes (Traweek 1988; Galison 1997; Knorr Cetina 1999; Collins 2017, etc.) et connues même en dehors des études en sciences et technologies. Est-ce un contraste avec la discipline de la physique, où « inventer son sujet d'étude » se produit rarement ?

À la suite de cette introduction, j'ai parlé sans interruption jusqu'à une première période de questions lancée par l'un des participants alors que j'effectuais un changement de diapositive visant à amorcer la seconde section. En fait, les interactions ont eu lieu uniquement lors des périodes de questions.

OR : You have 24 theoretical parameters. I don't understand. What does that mean ?

MFN : Here ?

OR : Yep, yep.

MFN : Every diagram has an A... [changement de diapositive] Here.

OR : Which is ?

MFN : A is the amplitude of the diagram which is into a [changement de diapositives] Yeah. I have the equation... .

OR : Couldn't you just calculate all the diagrams with standard model values ?

MFN : Yes. So why didn't we calculate with, you say, QFT, for example ?

OR : Yes.

MFN : I think because it's more complicated... You have... Maybe David could...

DL : You can't calculate it. We don't know. What we say is the decay is described by a tree level diagram. And so we don't know what this tree level diagram is... What we can do is... You're just thinking of something like calculating it as a Feynman diagram<sup>35</sup>.

OR : Yes.

DL : But... [pause] Feynman diagrams work great with leptons : when you have quarks, you have all sorts of strong interactions. There is a big uncertainty

OR : with wave functions

DL : So that's right. These... I mean, so we basically... Anything that involves QCD we don't know. So, what we do is we parametrize the amplitude in terms of these diagrams. And the idea is then to compare it to data. And that will tell you how big it is. You don't know it before the end. We only know it by comparing it to data.

OR : OK.

DL : So Mirjam just wrote down each amplitude in terms of all the diagrams.

MFN : mm.

DL : And the idea is to use the data and fit

OR : fit, fit what ?

DL : these parameters. With 26 observables.

En premier lieu, OR a posé une question générale « What does that mean ? ». J'ai validé si j'avais bien compris la question en pointant sur l'écran l'élément qui est l'objet de la question. Après avoir reçu une confirmation, j'ai entamé un début de réponse où j'ai mobilisé une autre diapositive. OR a demandé des clarifications au sujet d'une variable. Quand il a compris que A est une amplitude, c'est-à-dire un nombre positif, il a reformulé sa question. De nouveau, j'ai vérifié si j'avais bien saisi la question. Connaissant la réponse, mais n'ayant pas été capable de l'énoncer à ce moment, j'ai demandé si David pouvait intervenir pour y répondre. Il a débuté son explication, puis a reformulé la question de OR : « You're thinking of something like calculating it as a Feynman diagram ». Après avoir eu confirmation, DL a pris un moment pour réfléchir et arrive avec une explication relativement courte. Le « OK » de OR a signifié qu'il a compris l'explication et qu'on pouvait alors passer à un autre aspect de la question qui concerne plus précisément la méthodologie employée. Dans cet échange, même si les termes « standard model values », « QFT » et « Feynman diagrams » ont des définitions distinctes, ils ont été utilisés de manière interchangeable pour désigner une manière de calculer la probabilité d'une désintégration donnée.

---

35. Commentaire de DL à la suite de la lecture de ce passage : « Pour ce que ça vaut : ce n'était pas la bonne réponse. Après le séminaire, j'ai donné la bonne explication à OR » (22 octobre 2019).

Après un court silence, JD s'est tourné physiquement vers DL et lui a posé une question technique. Dans son explication, DL a anticipé une question fréquente « and you are going to say » et y répond en mimant des points sur un « Dalitz plot » imaginaire.

JD : Do you account for phase space ? And parameter distributions ?

DL : That's what the Dalitz plot does. I mean, OK. These parameters are momentum dependent. [...] And so you have to do the fit at each point of the Dalitz plot. And now you are going to say : "With fifty points you've got 24 parameters at each point. I mean, this is going to get incredibly messy." But there is one parameter that doesn't change at each point of the Dalitz plot and it's the weak phase gamma. Basically you do this fit and you'll be able to get gamma. Which is the aim of this whole project.

À la suite de la réponse de DL, il y a eu un moment de silence et tous les regards se sont tournés vers moi et j'ai recommencé à répondre aux questions.

NS : How does the new measurement of gamma compares with previous measurements ?

MFN : It's not as precise but competitive.

NS : OK.

MFN : But still there is six values. We are not sure it's this one. Further work will be able to know rule out some of these values.

NS : Can you count on new experiments to reduce the number of, well when you say 26 measurements. . .

MFN : The way is, if you add more cases you add more theoretical parameters. So you are not helping yourself. The decays are chosen so that there is a large number of data for each decay. Sufficient. But if you add really rare cases, well you just add another theoretical parameter. And it won't really help your fit.

NS : If you update the measurements. Will it have an impact on the number of solutions you have ?

MFN : Yes so if you redo it with the mixed states, we expect at least two of them to . . . David can confirm it. . . but at least two to. . .

DL : Yes. So if I can just say so. The point is  $K\pi\pi$   $K\bar{K}\bar{K}$  are all related to SU(3) symmetry. So you do this fit. But because this fit involves nonlinear equations it's not surprising that you have more than one solution. [...] And our hope is that when the fit is redone with mixed states they will find six solutions as well but only one of them will be in common with this one. And hopefully it will not be #3. [rires]

MFN : Yes.

GH : Is there another manner to calculate gamma or is this the only manner ?

MFN : Is there another ma, ma. . .

GH : Manners to extract gamma from. . . [chuchotement] Is it the only way of . . . ?

MFN : No. Its not the only way. Other groups have used as I stated earlier B to Dpi to measure gamma. There are already measurements of gamma. It's an alternative way, method.

Les questions de NS et de GH ont référé à la sixième diapositive où un graphique explicite les diverses mesures effectuées dans le domaine. Ces questions ont évoqué la stratégie épistémique de la contre-vérification. La contre-vérification consiste à vérifier si un problème a été étudié selon une autre approche. La question de NS a fait explicitement référence à la comparaison avec des mesures ayant déjà eues. Ensuite, GH a demandé s'il y a d'autres manières d'effectuer ce calcul et puisque j'ai mal compris le mot utilisé, je lui ai demandé de reformuler sa question. À la question de NS, DL a conclu avec l'énoncé « And hopefully it will not be #3. [rires] ». Ici, la solution « #3 » est celle en cohérence avec le Modèle standard. En contrepartie, il a sous-entendu vouloir un résultat en opposition avec les prédictions du modèle standard sur lesquelles se fondent les recherches en physique des particules. Pour les expérimentateurs dans la salle qui cherchent constamment à préciser les mesures des prédictions du Modèle standard, c'est un non-sens. DL est revenu à ce sujet dans la deuxième période de questions en demandant si l'approche liminale tenait compte des gens qui cherchent un résultat hors des courbes d'inclusion. Durant cette période de questions sur le projet *Désintégrations*  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$ , il y a deux questions sur la méthodologie (comment on fait, pourquoi on le fait comme ça), deux questions pour savoir ce que les autres ont fait (contre-vérification) et une question sur les travaux futurs. À la fin, j'ai explicité que je poursuivais la conférence et donc, que la période de questions était terminée.

À la fin de ma présentation sur les stratégies épistémiques, la première question a porté sur la métaphore du « horseshoe diagram » proposé par Reyes-Galindo (2011) qui illustre comment la théorie en physique des particules a des racines dans deux pôles magnétiques qui sont savoirs empiriques et mathématiques (voir Figure 26). Neuf sous-groupes composent des espaces épistémologiques autonomes (par exemple : mathématiques appliquées, modélisation, analyse expérimentale) selon trois familles de pratique (les mathématiques, la théorie, la phénoménologie).

When one breaks a magnet into smaller pieces, these still maintain their bipolar properties. Likewise, every one of the lozenges in the diagram, seen as a piece of practical physics, is subject to the simultaneous pull of the empirical and the mathematical. (Reyes Galindo, 2011, p. xvii)

Au cours de ma présentation, j'ai utilisé ce schéma pour illustrer une manière de regrouper les groupes en théorie de la physique des particules. BF m'a alors demandé d'où venait le nom du « horseshoe diagram » inscrit dans la légende de l'image.

XB : Why horseshoe diagram ? Is there some meaning ? It has this form, or its just called the horseshoe ?

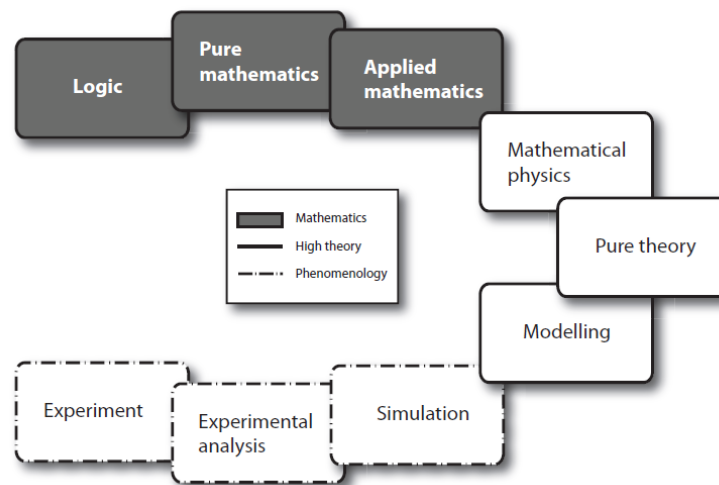
MFN : We put it into a horseshoe because well... sometime social scientists like to do metaphors with physics things that are not related to physics. He wanted to do it as a horseshoe because it was like a magnet<sup>36</sup>. If you [rires

de la foule] I'll get back to here [changement de diapositives]... It's like a magnet so you have a positive side and a negative side. They bind together here so it if you put the logic with mathematical physics, they won't speak together because they are too far away. He was studying how they can have conversation together. He said it's like a magnet, you have the plus and the minus side polarization and then the minus and the plus can connect together and speak together. It was a way for them to describe who can speak with whom.

JD : So, experimenters can't speak with the others. [rires]

MFN : Yeah. He hasn't done a magnet for the experimental side.

Dans ma réponse, j'ai distingué le groupe des physiciens de celui des chercheurs en sciences sociales. Je me suis positionnée instinctivement comme physicienne en affirmant que les chercheurs en sciences sociales, parfois, utilisent nos outils sans vraiment les comprendre. C'est l'incongruité entre un aimant et des concepts sociologiques qui ont fait rire la salle. Dans cette période de questions, il y a eu : une question de méthodologie concernant la première partie de la conférence, deux questions sur les stratégies épistémiques (pourquoi une telle métaphore et comment appliquer le savoir liminal), une question sur un champ de recherche connexe (l'épistémologie de la théorie des cordes) et une blague.



**FIGURE 26.** Reproduction de la Figure 3. Diagramme en forme de fer à cheval (*horseshoe diagram*) qui représente une chaîne de pratiques (méthodologies), Image tirée de Reyes Galindo (2011).

Le ton général de la conférence était convivial et le public a ri à quatre reprises. Ci-haut, j'ai explicité l'exemple du résultat en opposition aux prédictions théoriques, « #3 », ainsi que l'explication du « horseshoe diagram ». Des rires éclateront aussi lorsque j'ai expliqué,

36. Citation originale du texte de Reyes Galindo : « The horseshoe shape depicts how physics is a science that is 'grounded' on two poles, like a magnet » (2011, p.xvi-xvii).

suivant Reyes-Galindo, les causes de l'incompatibilité des visions de recherche de DL et OR (phénoménologie et théorie). À la toute fin de la conférence et « pour avoir le dernier mot », OR s'est moqué gentiment des projets de recherche de son collègue DL. Enfin, tout au long du séminaire, je négocie entre des identités choisies ou assignées (Brown, 2015). En premier lieu, je me sentais peu confiante quant à mes compétences en physique où j'ai préféré céder deux fois la parole à DL pour qu'il énonce la « bonne réponse ». Aussi, j'ai assumé une identité de sociologue en présentant les stratégies épistémiques reliées à mon sujet, en même temps, j'ai choisi de réaffirmer mon identité de physicienne en effectuant une blague sur ces mêmes sociologues. En second lieu, les membres de l'auditoire m'ont assigné diverses identités. JD m'attribue une identité d'étudiante en physique lorsqu'il a posé sa question directement à DL. NS et BR, tous deux étudiant au doctorat, m'ont attribué plutôt une identité de collègue. Je reviendrais plus en profondeur sur mes négociations identitaires en lien avec le séminaire à la section 5.4.3.

## 5.4. Mon travail identitaire dans les pratiques et communications de recherches

Alors que la section précédente a mis l'emphase sur les étapes de complétion du projet, ici, c'est à propos de moi, Mirjam Fines-Neuschild, étudiante au doctorat individualisé en physique et communication, et surtout, de mon travail identitaire dans les pratiques et communication de recherches. Pour situer le contexte, jusqu'à la fin de ma maîtrise en physique des particules, je menais un parcours typique en physique. En commençant un doctorat individualisé en physique et communication, je me suis retrouvée dans une situation où les étapes académiques que je franchissais n'étaient plus ancrées à 100 % dans un parcours en physique. Ainsi, je présente en premier lieu comment j'effectue un travail identitaire de négociation qui vise à maintenir une identité de physicienne, alors que j'effectue le projet *Désintégrations*  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$ . Ensuite, je présente le travail identitaire de type liminal généré par les différences épistémologiques notables entre les disciplines de la physique et de la communication. Même si ces deux types de travail identitaire émergent de mon statut combinant les disciplines de physique et de communication, ils ont des réponses et aboutissements distincts.

### 5.4.1. Maintenir une identité de physicienne

Le période pendant lequel j'ai réalisé le projet *Désintégrations*  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$  a été particulièrement intense en termes de travail identitaire. Chaque jour je devais reproduire, négocier ou rejeter certaines valeurs associées à la culture épistémique et organisationnelle



du groupe de recherche et du Département dans lequel s’ancre mon projet en physique des particules. Surtout, ma définition de l’identité de physicienne est fortement liée avec la composante de recherche en physique. Initialement forgée à partir des relations qu’en tant qu’étudiante au baccalauréat j’ai eu avec les « physiciens des marges » des manuels de physique (Traweek, 1988, p. 76-81) et donc à la nécessaire contribution scientifique, j’ai compris – en participant à une collaboration de recherche en matière sombre – que ma contribution scientifique individuelle ne serait jamais de cette envergure, mais qu’elle se devait tout de même d’être présente. Ce faisant, au moment de débiter le projet *Désintégrations*  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$ , je concevais que pour appartenir pleinement à la communauté en physique, en tant qu’étudiante au doctorat en physique, il me fallait faire une contribution scientifique à la discipline et que celle-ci devait être consignée quelque part. En somme, cette sous-section situe mon travail identitaire dans une trame narrative sur le thème de la contribution scientifique, en particulier sur les manières dont je perçois de ma propre contribution scientifique à l’intérieur du groupe et de la discipline.

Mes premières expériences de contribution scientifique sont associées à un stage d’été, le projet de fin de baccalauréat et une maîtrise (Fines-Neuschild, 2015) au sein d’une collaboration en physique des particules (PICASSO, puis PICO) entre mai 2011 et août 2014. En tant que membre de la collaboration, j’ai contribué à de nombreuses tâches nécessaires au fonctionnement de l’expérience comme le monitoring en ligne, la maintenance au laboratoire de Sudbury, l’étalonnage des détecteurs, et de nombreux projets en recherche et développement. En compensation, mon nom figure comme coauteure à deux publications de la collaboration (Amole et al., 2015, Archambault et al. 2015) alors que je n’y ai pas rédigé un seul mot ni contribué à cette analyse<sup>37</sup>. Illustrant l’importance de ce membership dans la construction de mon identité de physicienne, lorsque j’ai commencé le doctorat individualisé en physique et communication, j’ai conservé mon ancien bureau (celui occupé durant ma maîtrise) durant un an supplémentaire, avant de migrer vers les locaux attribués à la physique théorique.

En conférences et séminaires, les collaborations de recherche soulignent la contribution scientifique des membres par une diapositive « officielle » de présentation de la collaboration. Cette diapositive rend compte des contributions institutionnelles et individuelles au projet. Par exemple, la Figure 27 montre la diapositive officielle de l’expérience PICO. À première vue, nous distinguons une hiérarchie de proximité des institutions au logo. La présence du logo de SNOLab dans le cercle blanc s’explique par le fait que les détecteurs de l’expérience

---

37. Cela corrobore avec les observations de Knorr Cetina (1999) qui soutient que les grandes expériences en physique (à partir de 200 personnes) se désignent auteures du travail scientifique produit. Mon nom a par la suite été retiré dans les publications subséquentes. Ce retrait est lié à mon statut d’étudiante à la maîtrise. Plusieurs doctorants et doctorantes peuvent voir leur nom come coauteur jusqu’à plusieurs années après leur départ de la collaboration selon la contribution effectuée. En fait, les règles concernant les membres à inclure dans les publications sont décidées par les membres de l’exécutif de la collaboration.

PICO y sont installés. Le cercle beige pâle met l’emphase sur quatre institutions d’importance pour la collaboration en plus de pointer vers l’aspect international de la collaboration, ces dernières provenant des États-Unis, du Canada et de l’Espagne. Les autres institutions sont plus périphériques. Les individus – des universitaires aux postes et aux niveaux d’études variés – sont groupés par institution, listés en ordre alphabétique et leur prénom est remplacé par son initiale. Enfin, au centre de la diapositive se trouve une photographie prise lors d’une rencontre récente de collaboration.



FIGURE 27. Diapositive de la collaboration PICO (courtoisie d’Alan Robinson).

Même à l’intérieur de la physique, différents sous-groupes peuvent avoir différentes règles d’attribution de la contribution scientifique. Comme le projet *Désintégrations  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$*  s’inscrit en phénoménologie (à la jonction entre théorie et expérience), les pratiques de reconnaissances de la contribution scientifique énoncées précédemment ne tiennent pas. Ici, les articles sont signés de manière plus conventionnelle par les personnes qui ont activement contribué au travail tout en effaçant les prénoms pour n’en garder que les initiales. Questionné la manière dont les noms sont ordonnés, DL m’a confié que la coutume veut que les auteurs soient aussi listés en ordre alphabétique, et ce, depuis plus de soixante ans, même

si lui-même préfère mettre le nom de ses étudiants et étudiantes en premier lorsqu'il s'agit de leur travail<sup>38</sup>.

Lors des séminaires de recherche, en particulier ceux du GPP, les conférenciers et conférencières vont souvent référer à leur propre travail de recherche. Pour illustrer la manière dont cela s'opérationnalise, voici un exemple concret. MR est un étudiant au doctorat qui a fait un stage de quelques semaines au Département de physique en phénoménologie. À l'été 2019, il a été invité à présenter ses travaux dans le cadre d'une conférence GPP de 50 minutes. La Figure 28 présente une diapositive sur un projet qu'il a complété. Au coin gauche de la diapositive sont listés quatre travaux sur le même sujet. Selon le format de référence seulement le premier auteur (listé en ordre alphabétique) et le numéro d'archivage sont mentionnés comme dans l'exemple suivant « Datta et al. arXiv :1903.10086 ». De l'extérieur, on ne peut donc pas savoir qui a fait quelle partie du travail et son importance. Lors de la conférence, MR parle du graphique (à droite) comme l'une de ses contributions. Au bas de ce même graphique se trouve l'inscription « [Aebisher, Altmannshofer, Guadagnoli, MR, Stangl, Straub, arXiv :1903.10434] », la référence à l'article source. Ici, tous les auteurs sont mentionnés en ordre alphabétique, à l'exception du conférencier qui a explicité sa contribution par ses initiales « MR ». Selon cette pratique courante, paradoxalement, on efface le nom complet pour le rendre distinguable.

Le projet *Désintégrations*  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$  n'étant pas une collaboration d'envergure, je ne peux pas m'insérer dans une diapositive de collaboration. Ensuite, la partie du projet à laquelle j'ai activement travaillé n'a pas été publiée. Puisque je n'ai pas contribué au modèle théorique, ni à l'ajustement de données, mon nom n'est pas indiqué sur l'article de Bertholet et al. (2019). En conséquence, dans mon séminaire de recherche (section 5.3.5), je ne peux référer à des articles déjà publiés. Autrement dit, ma contribution est invisible : « Est-ce que je n'ai vraiment pas effectué de contribution scientifique avec mon travail dans le projet *Désintégrations*  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$  ? » Et cela m'amène à me poser une question plus large : « Comment se négocie l'individualité relativement aux contributions scientifiques dans la discipline de la physique ? »

En effet, j'ai l'impression que dans la communauté en physique la notion de contribution scientifique lorsque mise en relation avec la notion d'individualité devient ambiguë, ou même contradictoire. Je ressens une tension dans la manière de rendre la contribution individuelle au travail scientifique visible ou de l'effacer. Je revisite alors ma démarche scientifique et

---

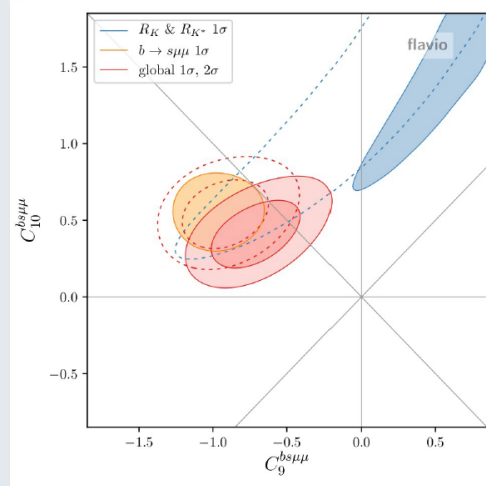
38. En astrophysique, on liste les auteurs et auteure en ordre de contribution. Dans certaines publications en matière condensée par des étudiants et étudiantes on listera aussi en ordre de contribution, mais le dernier nom est réservé au directeur ou à la directrice de thèse.

## Effective Field Theory

$$H_{SM+NP}^{b \rightarrow s \ell \ell} = \frac{4G_F}{\sqrt{2}} V_{tb}^* V_{ts} \frac{\alpha}{4\pi} (\bar{b}_L \gamma^\lambda s_L) (\bar{\ell} (C_9^{\ell} \gamma_\lambda + C_{10}^{\ell} \gamma_\lambda \gamma_5) \ell)$$

- $C_9^{SM} = -C_{10}^{SM}$  at the  $m_b$  scale
- Split  $C_i = C_i^{SM} + C_i^{NP}$
- Add many other observables involving  $C_9$  and  $C_{10}$

see also fits by other groups:  
 Alguero et al., arXiv:1903.09574  
 Ciuchini et al., arXiv:1903.09632  
 Datta et al., arXiv:1903.10086  
 Arbey et al., arXiv:1904.08399



[Aebischer, Altmannshofer, Guadagnoli, MR, Stangl, Straub, arXiv:1903.10434]

Ménil Reboud - 12/06/2019

12

**FIGURE 28.** Diapositive tirée du séminaire GPP du 12 juin 2019 (courtoisie de Ménil Reboud).

ethnographique à la recherche de la présence et absence d'individus dans la contribution scientifique.

En physique, la mise en contexte du sujet de recherche peut se faire de diverses manières – comme la perspective historique, l'ancrage aux notions mathématiques, la présentation extrêmement succincte – et reflète ainsi certains choix individuels. Ici, ce sont mes convictions féministes et mon passé d'expérimentatrice qui ont teinté les choix d'écriture. Dans la mise en contexte du sujet de recherche j'ai fait référence à Feynman, Cabibbo, Kobayashi, et Maskawa (dont les individualités sont regroupées sous l'acronyme CKM) ainsi qu'à Chien-Shiung Wu. Étant donné mes convictions féministes, j'ai décrit, avec plus de détails que nécessaire, l'expérience de Chien-Shiung Wu sur le cobalt 60, schéma à l'appui. Physicienne peu reconnue en dehors du domaine de la physique des particules et ce, malgré sa grande contribution, il m'était absolument nécessaire de la nommer<sup>39</sup>. Aussi, dans mon imaginaire, il me semblait que je mettais l'emphase dans ma mise en contexte sur les contributions de physiciennes. Lors une relecture subséquente de cette section, je me suis rendu compte que

39. Je ne l'aurais pas remarquée si ce n'était de mon professeur du cours d'introduction à la physique subatomique qui avait passé une dizaine de minutes lors d'un de ces cours à relater les exploits de « Madame Wu ». Ce professeur avait mentionné sa petite taille, son caractère et le manque de reconnaissance à son égard. Dans ses notes de cours, il avait aussi inséré une image de Madame Wu active dans son laboratoire.

les physiciennes étaient bien peu visibles. En fin de compte, pour éviter de m'éparpiller et converger vers le sujet du projet, je ne les ai pas intégrées<sup>40</sup>. Ce faisant, la pertinence et la cohésion l'ont emporté sur les convictions sociales. Ensuite, mon passé d'expérimentatrice et mes forts intérêts de recherche pour la physique des particules expérimentales ont teinté l'orientation de la mise en contexte. Par exemple, le mémoire de Rey-Le Lorier (2012) sur le même sujet aborde la désintégration de mésons  $B$  d'une perspective théorique en déroulant les aspects mathématiques de l'analyse diagrammatique (principes premiers). Ici, j'ai plutôt présenté une mise en contexte et une justification du sujet de recherche ancrée dans les mesures et valeurs expérimentales (ajustements de données).

#### 5.4.2. Se sentir impositrice

Peu après le début du travail de recherche pour le projet en physique des particules, j'ai commencé à être terrifiée à l'idée que les gens se rendent compte de mon absence de contribution scientifique. Cela m'a miné le moral. J'étais déçue et anxieuse. J'avais l'impression d'avoir triché, c'est-à-dire de ne pas avoir été apte à catalyser l'intuition de manière efficace pour générer aisément les équations (34) (section 5.2.3). En plus, j'avais l'impression qu'il ne fallait absolument pas le dévoiler. Enceinte de sept mois, cela forçait une fin imminente au projet. J'ai produit un texte (section 5.2), imparfait soit, mais fait. Par la suite, je suis partie en congé quatre mois, et lorsque je suis revenue, je me suis plongé dans l'aspect ethnographique de ma recherche doctorale. Je me suis alors répétée (pour tenter de me convaincre) que le projet en physique était bel et bien fini et complet, bien qu'au fond, je ne le croyais pas. En fait, il reste toujours un petit élément à ajouter à la fin sur de possibles corrélations, mais pour éviter de le faire, j'ai choisi d'insérer dans ma thèse « ce qui a été envoyé à la collaboration » me permettant ainsi d'outre passer ces lacunes et manques.

J'ai présenté le projet en séminaire trois ans après avoir complété ma partie en physique du projet. J'ai ressenti énormément de peur. Peur que les gens remarquent que je ne maîtrise rien. Peur que l'on m'identifie finalement comme une personne « hors de la physique ». Initialement, j'avais proposé de faire une présentation de 30 minutes, car je ne voyais pas comment décrire ce projet durant 50 minutes, ayant aussi peu de matériel et une contribution scientifique absente. Finalement, nous avons convenu que je parlerais 30 minutes du projet en physique et 30 minutes de l'analyse des stratégies épistémiques (section 5.3.1 à 5.3.4). En réponse à des questions portant sur le projet en physique, j'ai rapidement offert la parole à

---

40. Par exemple, j'étais certaine d'avoir référé à plus d'une physicienne comme Lise Meitner (la fission nucléaire), Emily Noether (théorème des symétries associées aux lois de conservation), Maria Goeppert-Mayer (la structure en couches du noyau atomique) ou Mary K. Gaillard (prédiction de la masse des quark charm et bottom) dont les contributions étaient pertinentes et connexe au sujet. En fait, j'ai cité, sans m'en rendre compte, les travaux de Helen R. Quinn sur la violation CP dans les mésons  $B$ .

DL l'invitant à compléter dans une tentative de cacher mon sentiment d'incompétence. Très consciente que je savais que je ne savais pas tout sur ce projet, je ne voulais pas m'embourber et qu'on ait à me reprendre. Finalement, en lisant une retranscription, DL m'a souligné qu'une des réponses qu'il avait fournies à MP était erronée (voir note en bas de page numéro 35) déconstruisant un peu ma perception à savoir que les physiciens et physiciennes étaient, à propos de leurs projets, sans failles.

Puis, un jour, en septembre 2020, j'ai lu un article sur le syndrome de l'imposteur<sup>41</sup> datant de 1978 et intitulé *The Impostor Phenomenon in High Achieving Women : Dynamics and Therapeutic Interventions* (Clance et Imes, 1978). Le syndrome de l'imposteur avait été mentionné et discuté à l'occasion lors de réunions du comité D-PHY (chapitre 6), mais je n'avais jamais pensé que ça pouvait s'appliquer à moi. Dans ma trame narrative personnelle, j'ai foi en mes compétences et je ne crois certainement pas être une fraude étant de nature franche. Pourtant, seule devant ce texte, j'ai commencé à voir des liens avec mon propre vécu. En particulier, je me suis reconnue dans l'un des environnements familiaux (d'enfance) qui génèrent le syndrome de l'imposteur et j'ai alors commencé à prêter plus attention aux manifestations et impacts au syndrome de l'imposteur.

Premièrement, quand je lis dans Clance et Imes (1978) que les étudiantes s'imaginent souvent qu'elles ont été erronément admises aux études graduées à la suite d'une erreur du comité d'admission, cela me rappelle la bourse Vanier pour laquelle ma candidature a été retenue de justesse (73 de 75). J'ai longtemps considéré que je me suis faufilée et que ce financement était un coup de chance. Ces perceptions peuvent évoluer. Lors d'une conférence en janvier 2020, j'ai mentionné avoir été privilégiée d'avoir obtenu une bourse Vanier. Une membre de l'auditoire ayant un statut assez élevé dans l'administration universitaire m'a interrompue : « Non, une bourse Vanier ça se mérite et tu l'as méritée. » Sous les applaudissements et en proie d'une grande gêne, j'ai entamé un processus pour tenter de me réapproprier cette réussite. Je l'effectue autant de manière personnelle (croire en mes compétences, penser les échecs comme des malchances), mais aussi je reprends mes amies et collègues (en particulier en physique) qui disent avoir été « chanceuses » ou eu « des circonstances favorables », et je leur dis qu'elles l'ont bel et bien mérité.

Quand je lis que les symptômes associés au syndrome de l'imposteur sont « l'anxiété généralisée, le manque de confiance en soi, la dépression et la frustration liée à l'inaptitude à atteindre des standards auto-imposés en termes d'accomplissements » (Clance et Imes, 1978), je me vois dans cette gamme de sentiments, et surtout l'attente auto-imposée de contribution scientifique par le projet en physique. Aussi, à travers la connaissance des symptômes associés au syndrome de l'imposteur, je me revois à la fin de ma maîtrise où je me suis fait

---

41. Devrait-on dire syndrome de l'impostrice puisque c'est en majorité des femmes qui l'expérimentent ?

diagnostiquer un trouble d'anxiété généralisé. Sans savoir quand ni comment, j'ai intégré ce trouble d'anxiété généralisé dans ma trame narrative personnelle comme instigateur à ce doctorat bidisciplinaire ou ce dernier agit de remède à mon expérience douloureuse à la maîtrise.

La Figure 29 présente l'une des matérialisations de ce discours alors que je tente de donner un point d'ancrage à cette thèse. D'un point de vue identitaire, cette figure est intéressante. Le titre de l'affiche « Pourquoi as-tu quitté la physique ? » démontre le travail identitaire associé à maintenir l'identité de physicienne malgré le changement disciplinaire. En janvier 2019, moment de production de cette affiche, je me positionne donc comme quelqu'un qui a « quitté la physique » bien que l'objectif de la thèse (case du centre) consiste plutôt à « créer des ponts ». Passant par la parentalité comme expérience transformatrice, je stipule qu'à la fin ma thèse existe pour « qu'elles puissent réussir », un sous-entendu adressé aux physiciennes et surtout aux physiciennes marginalisées comme celles rencontrées à l'ICTP (voir section 4.2.2). Ce discours laisse entendre que je sacrifie ma propre carrière en physique, qui avait somme toute un peu mal débuté, pour favoriser une multitude de carrières et ainsi, viser un plus grand impact sur la discipline.

En admettant ressentir le syndrome de l'imposteur, j'arrive à me dire que, moi aussi, je suis une femme hautement qualifiée (*high-achieving women*) autant en physique qu'en communication et que, moi aussi, je doute souvent de mes réalisations en particulier en physique. Par le fait même, je rejoins une foule de physiciennes qui ont témoigné ressentir le syndrome de l'imposteur<sup>42</sup> et, ce faisant, je parviens à m'identifier à un groupe, celui des physiciennes. C'est grâce à ces remises en question que j'ai enfin pu surmonter les émotions négatives et approfondir l'analyse de mon travail identitaire performé. Ayant momentanément adopté la trame narrative associée au syndrome de l'imposteur, je me suis identifiée d'autant plus au groupe des physiciennes.

### 5.4.3. Recadrer le séminaire

La prise de conscience autour du syndrome de l'imposteur m'a permis d'expliquer partiellement pourquoi il m'était aussi laborieux de reconnaître une contribution scientifique nulle. J'ai pu me distancer de la contribution scientifique pour recadrer le séminaire comme exercice pédagogique. Tel que mentionné à la section 4.1.6 le séminaire est très ancré dans la culture organisationnelle du Département de physique où, dès les stages d'été, les étudiants et étudiantes se pratiquent à donner des séminaires. Les séminaires sous-disciplinaires servent

---

42. Dont, Jocelyn Bell-Burnell que j'ai rencontrée à l'ICTP.

# « Pourquoi as-tu quitté la physique ? »

Par Mirjam Fines-Neuschild



FIGURE 29. Affiche soumise au concours CRSH une histoire à raconter (janvier 2019).

parfois d'exercice pédagogique comme les pratiques de soutenances de thèse ou de présentations à des conférences nationales et internationales.

Knorr Cetina (1999) discute de la place des étudiants et étudiantes dans la production du savoir sous l'angle de la confiance entre les sujets épistémiques. Elle identifie des « classifications



de la confiance » (*taxonomy of trust*) qui se font sur trois axes : une classification informelle des gens dont on peut croire les résultats, une classification associée aux statuts professionnels ainsi qu'une distinction entre les experts et non-experts. Les étudiants et étudiantes occupent le plus bas niveau dans la classification associée aux statuts professionnels. Aussi, les étudiants et étudiantes s'inscrivent dans la classification entre experts et non-experts qui repose sur la notion de jugement : les non-experts « can't discriminate plots that are correct from those that look correct » (1999, p. 135). Dans le même ordre d'idée, Traweek (1988) décrit le jugement comme une compétence acquise au cours des études de troisième cycle qui consiste à distinguer entre les erreurs, c'est-à-dire un travail expérimental « médiocre », et les possibles déviations dans les données. En somme, les étudiants et étudiantes doivent apprendre afin d'atteindre un niveau d'expertise scientifique rendant possible la contribution scientifique.

Au sein du département de physique, les projets des étudiants et étudiantes misent sur le développement d'habiletés techniques : résoudre des problèmes, construire un montage expérimental, développer des simulations, effectuer une analyse sur les modèles théoriques ou les données expérimentales, etc. Ils et elles sont rarement impliquées dans le développement des grandes lignes du projet et sont donc dans une « compréhension des composantes et processus techniques » soit la stratégie épistémique de l'auto-compréhension (Knorr Cetina, 1999, p. 61). Les étudiants et étudiantes testent, étudient, vérifient et contre-vérifient. En conséquence, même si on leur explique les motivations théoriques du projet, leur expertise est sur un *fragment* de l'ensemble du projet. Pour les besoins de cette thèse bidisciplinaire, j'avais demandé à DL un projet de « niveau maîtrise » qui signifie en physique, tout comme dans de nombreuses disciplines, qu'une contribution aux savoirs scientifiques serait un atout et non une obligation (contrairement aux thèses doctorales).

À cet égard, pointons notre regard vers les séminaires GPP-théorie dont l'aspect pédagogique ressort particulièrement. Les séminaires GPP-théorie sont organisés de manière ad hoc et visent à présenter les avancées récentes du groupe. Une dizaine de personnes assistent à ces rencontres qui se déroulent dans une petite salle. Le cadre informel a pour conséquence de multiplier les interactions. Si un professeur ne comprend pas, il questionnera immédiatement le ou la conférencière peu importe son poste ou niveau d'étude. Dans le cas particulier où un ou une étudiante présente la conférence, une dynamique à trois s'installe entre la personne (1) qui présente la conférence, (2) qui questionne et (3) celle qui rectifie. Autrement dit, à une question d'un professeur, l'étudiant ou l'étudiante offre souvent une réponse incomplète et le directeur poursuit l'explication. L'étudiant ou l'étudiante peut aussi se faire interrompre dans son explication par son directeur qui tente de l'enligner : « You should say what A is » ou encore « if you go to the last slide » (Notes de terrain, janvier 2019). Ces conférences

se transforment souvent en discussion entre deux professeurs où l'un vise à comprendre ce que l'autre tente de faire faire aux membres de son groupe. Les étudiants et étudiantes dans l'auditoire ainsi que la personne postée à l'avant avec son diaporama suivent les interactions. Cette dynamique laisse peu de place aux personnes qui ne sont pas des spécialistes du sujet (ou qui ont confiance en leurs compétences). Lorsque les interactions entre professeurs cessent, la personne peut poursuivre sa présentation jusqu'à la prochaine interruption d'un professeur. La période des questions glisse aussi dans ce format. L'exemple suivant montre clairement que le séminaire fait partie du processus d'apprentissage. Selon Traweek (1988), l'objectif est d'apprendre aux étudiants, étudiantes, post-doctorants et post-doctorantes à parler clairement à propos de leur recherche. Voyons l'exemple suivant où GH est post-doctorant alors que DL est son superviseur.

JD : Which is 0 for SM ?

DL répond à la question de JD pendant que GH cherche une craie. GH complète la réponse au tableau.

DL : GH, you explained why  $X^2$  is better, you should explain [...]

GH : This is what I'm doing [...] (Notes de terrain, octobre 2018)

En somme, considérer le projet *Désintégrations*  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$  et le séminaire associé comme un exercice pédagogique m'amène à une profonde réflexion quant à ma construction identitaire. Le séminaire rend manifeste les discours qui émergent des valeurs de la culture sous-disciplinaire et qui teintent la construction et la performance de l'identité. Pendant le séminaire, je sentais que je ne maîtrisais pas les fondements théoriques associés au projet (les principes premiers – et plus des deux tiers du *horseshoe diagram* des pratiques) et j'ai donc rapidement donné la parole à DL. Pourtant, pendant le séminaire, j'estime avoir bien réussi à répondre – dans la mesure de mes connaissances et de mon statut d'étudiante – aux questions associées aux mesures expérimentales (et aux questions sur les stratégies épistémiques indubitablement). Par conséquent, pendant le séminaire, je devais mettre de l'énergie pour revêtir l'identité de théoricienne où la façon de concevoir la recherche est différente alors que je pouvais prendre sans réfléchir l'identité d'expérimentatrice lors de mes interactions dînatoires avec mes collègues de bureau. Ce faisant, je me rends compte qu'à travers ce projet et ce séminaire comme exercice pédagogique, j'ai créé peu de liens identitaires avec le groupe de physique théorique et je suis plutôt restée attachée à mon identité de physicienne expérimentatrice (tout comme dans la mise en contexte et justification du sujet).

Je constate que, pour moi, entretenir l'identité de physicienne au quotidien nécessite beaucoup d'énergie (se garder à jour sur les recherches actuelles, effectuer des contributions, etc.) d'où l'expression de « maintien » de l'identité de physicienne. Partant du thème de la

contribution scientifique, j'ai révélé trois aspects par lesquels je tente de maintenir mon identité de physicienne. Premièrement, face à l'absence de contribution scientifique, mon travail identitaire m'amène à détourner le projecteur vers les contradictions entre la présence d'individualité ou non dans la notion de contribution scientifique. Deuxièmement, en tant que femme en physique sensibilisée aux enjeux associés à ce groupe, mon travail identitaire me permet de faire du sens de nombreuses expériences difficiles associées à la complétion du projet en physique et c'est en reconnaissant vivre avec le syndrome de l'imposteur que je m'arrime avec l'identité de femme hautement qualifiée, d'une part, et de physicienne, de l'autre. Troisièmement, en tant qu'étudiante en physique, mon travail identitaire m'amène à explorer ma propre familiarité avec les notions explorées dans le projet en physique, revoir mes attentes en matière de contribution scientifique, et révéler comment je négocie de manière substantielle entre les identités de physicienne expérimentatrice et physicienne théoricienne. En bout de compte, mon identité de physicienne s'apparente à une pelote emmêlée. Enfin, alors qu'à certains moments de ma thèse, je pouvais fortement ressentir un rejet complet de l'identité de physicienne, ici, j'arrive à pointer vers trois aspects qui sont – lorsqu'observés dans les détails – très nuancés.

#### 5.4.4. Conclusion partielle

Ce chapitre a débuté avec une introduction à la matrice CKM, à la violation CP et à la physique des mésons-B et une présentation des résultats obtenus dans le calcul des *Amplitudes diagrammatiques de tous les états de symétries des désintégrations*  $B \rightarrow K\pi\pi$  et  $B \rightarrow KK\bar{K}$ , le projet de physique que j'ai effectué dans le cadre de ce thèse. J'ai ensuite analysé les stratégies épistémiques mobilisées dans chacune des étapes du projet. Parmi les stratégies observées, certaines traversent l'ensemble du processus alors que d'autres sont mobilisées à seulement l'une ou l'autre des étapes. Pendant la réalisation du projet, j'ai fait un travail identitaire, que je retrace par la suite. Cette description met en lumière le caractère évolutif du travail identitaire. Au cours du projet et après, mon identité a évolué pour dépasser la dualité physicienne-ethnologue du départ et où coexistent et se négocient dorénavant de nombreuses identités (physicienne, expérimentatrice, théoricienne, ethnologue, étudiante, féministe). Pour contribuer au concept de travail identitaire dialogique de Beech (2008), je remarque que ce processus est loin d'être linéaire. J'ai fait de nombreux va-et-vient entre les « stimuli, les réponses initiales et les aboutissements quant à la construction identitaire » ce qui a généré trois trames narratives coexistantes de construction identitaire (maintenir une identité de physicienne, se sentir impositrice, recadrer le séminaire).

Dans le prochain chapitre, j'aborde le comité Diversité Physique et les manières dont ses actions occasionnent du travail identitaire associé aux enjeux de diversité et d'inclusion au sein d'un Département de physique.

## Chapitre 6

---

### Le comité Diversité Physique : l’implication, l’action et le travail identitaire

*Had it not been me, but had it been a different woman, I probably would have been : ‘Way to go, girl! One for the women! [...] It’s huge. It really is, and all because I just got to do a really lucky PhD project.*

Donna Strickland, 2019

Comme présenté au chapitre précédent, plusieurs physiciennes (dont moi) doutent souvent de leurs compétences. En octobre 2018, la Canadienne Donna Strickland professeure à l’Université Waterloo a reçu le prix Nobel de physique pour une découverte sur les lasers. Elle est ainsi devenue la troisième physicienne après Marie Curie et Maria Goppert-Mayer à recevoir cette distinction. La surprise était complète, surtout pour elle. Sans page Wikipédia, ayant un titre de professeure adjointe, Donna Strickland menait sa carrière dans l’ombre tout comme une majorité de physiciens et physiciennes. Dans les propos de Donna Strickland, je ressens une volonté de créer une distance face à la réception de l’honneur. En plus, plutôt que d’accepter sa contribution scientifique exceptionnelle, Strickland l’attribue à la chance.

Heureusement, il y a moyen de changer cette relation face à ses compétences et ses contributions. Comme le souligne Di Tullio (2019), c’est en ayant conscience des mécanismes d’oppression que l’on arrive mieux à les digérer émotionnellement, autrement dit à les intégrer positivement dans sa trame narrative personnelle. C’est dans cette veine que je présente plus précisément de quelles façons le comité Diversité Physique (D-PHY) – un regroupement qui vise à favoriser la diversité et l’inclusion au Département de physique – occasionne un travail identitaire sur ces mêmes enjeux.

Je commence par dresser un portrait du comité D-PHY. Pour ce faire, je présente son instauration, sa mission, son fonctionnement, ses initiatives, les thèmes abordés ainsi que les retombées. Par la suite, j'analyse les actions du comité D-PHY en termes du travail identitaire effectué par moi-même, par les membres du comité D-PHY, par le comité en tant que groupe, et enfin, par la communauté départementale.

## 6.1. Présentation générale du comité Diversité Physique

### 6.1.1. L'instauration et la mission du comité D-PHY

En juillet 2014, le Département de physique a embauché une professeure en astrophysique. Celle-ci souhaitait instaurer un comité de femmes en physique inspiré par son expérience dans une prestigieuse université anglo-saxonne. Elle a proposé la tenue de rencontres informelles pour discuter de la forme que ce comité pourrait prendre. Voici comment a été lancée la première invitation à ces rencontres.

Chers collègues,

Vous êtes tous invités à la première rencontre du nouveau comité sur les "Femmes en Physique".

Quand : Vendredi 3 Octobre [2014] de 12 :30 à 13 :30

Lieu : D-460 (à confirmer)

Au menu : Le comité sera officiellement inauguré en Septembre 2015. Entre-temps, nous aimerions établir une liste des thèmes qui seront abordés durant nos rencontres (les rencontres auront sûrement lieu 1 fois par mois). Notez que ces rencontres sont ouvertes à \*toutes\* et \*tous\* (incluant les étudiants du baccalauréat et des cycles supérieurs).

Conclusion : présentez-vous en grand nombre pour la rencontre du Vendredi 3 Octobre!

Durant cette rencontre et les subséquentes, une quinzaine de physiciennes se sont réunies. Conscientes de leur faible nombre au sein du Département et soucieuses de l'accueil qui serait réservé au futur comité, elles ont exprimé le souhait d'avoir accès à une plus grande variété d'opinions. Ainsi, l'embryonnaire Comité Femmes en Physiques a organisé un sondage électronique. Une diapositive de publicité (voir Figure 30) a été préparée, diffusée dans les envois courriel et affichée sur les écrans au début des séminaires départementaux à quatre reprises. Les physiciennes sur cette diapositive ont apporté une contribution notable à la discipline et plusieurs sont mentionnées dans les cours de baccalauréat. Le logo du Département de physique a été utilisé comme arrière-plan du coupon cadeau.



**À gagner 20 certificats cadeau  
au café étudiant La Planck**

**FIGURE 30.** Publicité pour le premier sondage du comité.

Le sondage comprenait une dizaine de questions sur la réussite scolaire des femmes en physique au département, les mesures d'incitation comme les bourses départementales pour étudiantes, ainsi que les attentes envers le naissant comité Femmes en Physique. 30 % des membres du Département ont répondu au sondage. Les résultats du sondage ont nourri la discussion sur la forme que prendrait le comité, notamment son nom et son mandat. En réunion, les participantes ont énoncé qu'elles voudraient un nom suffisamment inclusif pour que les hommes veuillent aussi y participer. Inspiré de la proposition de nom tiré du sondage, « Égalité Physique », on a proposé et adopté à l'unanimité « Diversité Physique » ainsi que l'acronyme D-PHY. D'autres suggestions faites lors du sondage ont façonné le mandat du comité qui a été affiché sur le site internet du Département de physique. Les propositions d'encourager la venue de conférencières et de présenter les découvertes scientifiques faites par des femmes ont donné le mandat « d'augmenter la visibilité des minorités (genre, origine ethnique, orientation sexuelle) en physique et en sciences ». La proposition de « perspectives d'emploi orientées pour les femmes spécifiquement » s'est traduite dans le mandat par « soutenir les physiciennes et physiciens lors de l'entrée sur le marché de l'emploi ». Dans le sondage, certaines étudiantes ont mentionné recevoir des commentaires désobligeants sur leurs compétences, alors que d'autres ont noté qu'il n'y avait pas de discrimination. Ces éléments ont été regroupés sous le mandat de « briser les stéréotypes ». Enfin, plusieurs ont dit connaître une physicienne ayant cessé ses études pour avoir des enfants, et ont estimé qu'un homme n'aurait pas agi de la même manière. Cela a inspiré le mandat de « favoriser une meilleure conciliation travail-famille en physique ».

Le 28 août 2015, en assemblée départementale, le comité Diversité Physique a été admis en tant que comité départemental provisoire. Il serait officialisé si l'on confirmait sa pertinence. Cette année provisoire s'est avérée riche en activités. Au mois de septembre 2015, le comité a présenté sa première activité, une conférence départementale intitulée « Atelier interactif animé par le comité Diversité Physique ». La salle, d'une capacité de 100 personnes, était pleine. Lors de la discussion, plusieurs ont présenté leurs points de vue aux mises en situation proposées : étudiants et étudiantes des trois cycles, chercheurs et chercheuses, professeurs et professeuses, le directeur actuel et le directeur précédent<sup>1</sup>. Au cours de l'automne, quatre autres conférences ont eu lieu sur la sous-représentation des femmes en physique et en sciences. La session suivante, le comité a organisé deux ateliers sur le respect en milieu de travail en collaboration avec le Bureau d'Intervention en Matière de Harcèlement (BIMH) en réaction à une situation de voyeurisme dans un laboratoire. C'est aussi lors de cette première année que le comité a repéré les ressources en matière de diversité et d'inclusion disponibles à l'université. Ses porte-paroles ont rencontré des membres du comité permanent sur le statut de la femme de l'UdeM qui ont alors affirmé que ce comité départemental de diversité était, à leur connaissance, le seul de ce type à l'université alors qu'il existe plusieurs comités étudiants sur les enjeux de diversité. Enfin, deux étudiantes au doctorat en sciences biologiques ayant mis sur pied un groupe de lecture sur les enjeux féministes ont rencontré les porte-paroles pour voir comment étendre leur champ d'action.

En avril 2016, le comité D-PHY a été officialisé en assemblée départementale. En mai 2017, le comité a reçu le premier prix du Recteur dans la catégorie diversité qui récompense « les projets et les pratiques qui promeuvent et valorisent la diversité et l'inclusion au sein de la communauté universitaire ».

Le mandat du comité D-PHY est resté relativement inchangé depuis son instauration, mais la variété des manières de le remplir est en constante évolution alors qu'elle est portée collectivement par ses membres. En entretien, j'ai demandé quel était le rôle du comité D-PHY. L'ensemble des membres m'ont répondu – d'une manière ou d'une autre – que cela consiste à sensibiliser la communauté départementale aux enjeux associés à la diversité et à l'inclusion. Ainsi, dans les prochaines pages, je décortique ce que signifie l'action de « sensibiliser ».

Sensibiliser implique un ensemble d'actions, allant de la mise en visibilité des différences à la conscientisation aux enjeux liés à l'inclusion. En fait, les membres du comité utilisent les

---

1. Au cours de la discussion, le directeur actuel rappelle les règles départementales concernant l'affichage dans les bureaux indiquant que des affiches à contenu déplacé (nudité, vulgarité, etc.) vont à l'encontre des règlements. Le directeur précédent provoque l'hilarité générale en affirmant qu'il « aurait menti dans l'entrevue d'embauche » s'il avait été une femme et qu'on lui aurait demandé s'il comptait avoir des enfants. J'interprète ces interventions comme un appui aux démarches du comité à faire valoir sa pertinence.



termes sensibilisation, conscientisation et inclusion de manière presque interchangeable. Par exemple, VHF considère que la sensibilisation implique de faire réaliser aux gens qu'il y a des enjeux de diversité, ce qui se rapproche plus de la conscientisation. MS décrit l'inclusion comme du respect puis conclut avec l'expression « prise de conscience que les minorités sont présentes ». Enfin, dans sa brève définition du rôle du comité, JDG mélange inclusion, conscientisation et sensibilisation : « D'habitude quand je présente le comité, je dis que c'est pour rendre le Département plus accueillant. Plus ouvert. Plus sensible. »

Rendre visible les groupes minoritaires n'est pas suffisant. Il faut conscientiser les membres du Département, c'est-à-dire les convaincre qu'il faut s'y intéresser. Pour VHF :

Ce n'est vraiment pas nécessairement pris pour acquis que tout le monde est conscient qu'il y a des enjeux de diversité. Donc, je pense que c'est un des premiers rôles du comité, c'est de un : mettre ces enjeux-là à la surface. Ou de les mettre, d'avoir un effet de conscientisation sur comment les gens perçoivent l'importance de la diversité. Ou en tout cas, l'importance de réfléchir à ces questions-là. Puis l'autre, après, pendant, ou en même temps, c'est de prendre des actions pour améliorer la diversité dans la communauté scientifique.

Dans cet extrait, les « enjeux de diversité » dont il est question regroupent deux enjeux fréquemment mentionnés : les microagressions et les biais inconscients. En fait, pour sensibiliser, les membres du comité D-PHY considèrent qu'il faut connaître la littérature scientifique sur la diversité et l'inclusion, ou encore, les ressources sur le campus. Conséquemment, plusieurs actions du comité visent à créer un lien entre les ressources et la communauté départementale. DH attribue au comité la figure d'intermédiaire.

On a les gens au Département, qui peut-être au début étaient intéressés de savoir ce qui se passait pour la diversité, c'est quoi les problèmes puis tout ça... qui ne savaient pas où chercher ? Il y a tout le domaine de la recherche, des formations, tout ça qui existe à l'université, peu importe, ou en général. Et nous on est le lien entre les deux. Qui ramène les deux ensembles. Et qui facilite justement : « Voici on vous donne l'information, vous n'avez pas besoin de prendre votre temps pour chercher. Voici la formation que vous avez besoin. Vous voulez savoir plus sur ce sujet, bien on a une conférence telle session là-dessus. » Je pense que l'on est vraiment l'intermédiaire.

Avoir accès à l'information et surtout en discuter permet aux personnes de nommer les comportements déplacés. XP souligne que par la discussion, « on te conscientise sur le fait que toi-même tu as des biais » et qu'il est possible de modifier son comportement. JDG trouve qu'on peut y apprendre des nouveaux concepts et les associer à son vécu, « puis les dénoncer de cette façon-là : "Ce que tu fais, c'est ça." ».

En mettant l'accent sur un ensemble d'actions positives qui peuvent être réalisées, la sensibilisation vise la création d'un climat inclusif. Le climat inclusif décrit un lieu qui permet à chaque personne de se sentir valorisée et respectée par sa communauté et nécessite un changement de comportement de la part de la communauté départementale. XP affirme à plusieurs reprises que le comité Diversité Physique aspire à créer un « safe space », c'est-à-dire un lieu sécuritaire pour les minorités, alors que MS soutient des actions qui favoriseraient l'inclusion à la suite d'une prise de conscience :

[C'est] un comité qui oui favorise l'inclusion des minorités, qui s'assure que leurs droits soient respectés et que ce soit une source de référence pour les minorités. [...] Je pense qu'un de ses rôles c'est de fournir des activités aux membres du Département. Dans le fond, pour favoriser les minorités, faire une prise de conscience que les minorités sont présentes.

Enfin, selon KD, la mission du comité D-PHY est de faire savoir que toutes et tous ont le potentiel de réussir en physique : « La physique ce n'est pas pour un certain groupe de personnes. C'est pour tout le monde. Peu importe ta race, ta religion, ou quoi que ce soit. Tu peux faire de la physique. » À cet effet, XP affirme que le comité déconstruit l'image traditionnelle du physicien.

Moi aussi [à ma première session au baccalauréat], j'avais cette image que le physicien c'est un vieil homme blanc hyper asocial. Je pense que c'est cool [...] d'arriver à se faire déconstruire ça. Que ce soit à travers [nos activités] de se faire dire : « Hey. Je suis physicien. Tu es physicien. Je suis physicienne. Tu es physicienne. »

Je propose que le comité D-PHY, quand il tente de déconstruire l'image du physicien typique, agisse en groupe *iconoclaste*. Ce mot vient du grec byzantin *eikonoklastês* qui signifie briseur d'images<sup>2</sup>. Le comité y arrive en présentant une multitude d'exemples de physiciennes célèbres comme dans sa diapositive de publicité pour le sondage (Figure 30). Une autre manière de s'extraire de l'image du physicien complètement absorbé par sa recherche est d'ancrer la physique dans son vécu. Selon KD, le comité aide à attirer l'attention sur le « côté humain » de la physique.

Comme on est des étudiants en sciences, on a un esprit qui est vraiment très rationnel. On ne pense pas au côté humain derrière la science. On considère la science en faisant abstraction de l'être humain de la science. Et ce n'est pas possible de faire ça. Pour moi le rôle du comité D-PHY c'est de ramener cet aspect humain au Département de physique. Parce que tout ce qu'on voit dans le Département de physique, c'est la science seulement. C'est la théorie

---

2. L'iconoclasme est une doctrine qui vise à supprimer les icônes et s'oppose à leur vénération. Le terme icône est utilisé dans le sens d'une personne incarnant une communauté à qui l'on doit un respect absolu et qui s'impose par sa haute valeur.

puis c'est ce qui est concret. Avant D-PHY, il n'y avait pas de positionnement humain. Puis, D-PHY a ramené ça.

### 6.1.2. Le fonctionnement du comité D-PHY

Composé de trois professeurs ou professeures, de trois personnes élues par l'association étudiante et d'un ou une auxiliaire de recherche, le comité D-PHY se rencontre mensuellement<sup>3</sup>. Chaque réunion a un ordre du jour qui structure les discussions. Celui-ci comprend : des retours sur les activités menées par les membres, l'organisation des prochaines activités et une discussion sur les enjeux généraux à aborder. Dans le cas du comité D-PHY, l'ordre du jour est suffisamment flexible pour permettre les nouvelles initiatives comme l'indiquent MS et KD :

Bien en comité, c'est sûr que l'on a un ordre du jour à suivre. Mais il y a toujours de la place... Je pense que c'est ça qui est important, c'est qu'il y a toujours de la place pour les initiatives. Puis, la présidente du comité, on va dire, elle le mentionne souvent. Donc, tu te sens à l'aise de proposer un projet, puis d'en parler. [...] Avoir un espace de discussion et des réunions régulières. Je pense que ça l'aide. (MS)

C'est qu'étant donné cette ouverture, de la part de [la présidente] et des autres membres c'est que quel que soit le problème on peut aller voir [la présidente] pour dire que : « OK. J'ai pensé à telle chose, il faut que l'on en parle dans D-PHY parce que ça peut créer un problème ». (KD)

Les réunions du comité D-PHY sont un lieu sécuritaire où les discussions peuvent générer des solutions. Quels sont les mécanismes qui engendrent une telle dynamique? DH souligne le caractère participatif du comité.

C'est un comité actif. Puis, *I mean it*. Quand je dis actif dans le sens qu'on parle beaucoup dans le comité. Moi j'ai été sur d'autres comités où il y a deux personnes qui parlent puis le reste des gens, ils ne font rien ou ils font juste écouter. Mais dans notre comité, c'est vraiment chacun qui va amener son opinion. Puis on va former une opinion concrète ensemble à partir de ça. Chacun à des expertises différentes. [...] Je te dirais que c'est vraiment dynamique comme conversation puis qu'ensemble on essaie d'amener quelque chose.

---

3. Si la composition du comité semble codifiée, dans la réalité sa composition est plus fluide. Le directeur assigne les membres professeurs qui y ont signalé leur intérêt. Il est arrivé à quelques reprises qu'on embauche deux auxiliaires, car les candidatures apportaient diverses perspectives et compétences. Quelques anciens et anciennes poursuivent aussi leur implication. L'une a contribué principalement à la page Facebook. Un autre a interagit avec le comité quant à l'organisation d'événements. Enfin, compte tenu d'un statut particulier au Département, j'ai parfois été élue en assemblée étudiante ou alors j'ai siégé en tant que cofondatrice.

Plusieurs éléments émergent de ce témoignage. Premièrement, DH insiste sur le caractère actif du comité. Les membres s'investissent et prennent la parole même sans être « experts » sur la question. Lors des réunions, les paroles bouillonnent. Les membres du comité, ayant développé une fraternité, s'échangent des nouvelles. Puis, on effectue un retour sur les activités accomplies récemment. Dans les tempêtes d'idées, il n'est pas rare de voir des membres qui commentent en parallèle la discussion. La séparation des tâches se fait principalement lors de l'organisation des activités à venir. Des groupes d'une à quatre personnes se forment pour travailler sur un même projet.

À l'occasion, le comité reçoit une personne invitée ou en septembre, accueille des recrues. Plusieurs fois, il a fallu reprendre la réunion du début afin d'inclure les gens adéquatement et faire un tour de table pour se présenter et nommer ses intérêts pour la diversité. Ensuite, quelqu'un souligne les objectifs et principales réalisations du comité. De cette façon, le comité s'assure que la personne invitée a des connaissances minimales pour suivre les discussions. La personne invitée pourrait vouloir observer dans le but de s'impliquer, observer et commenter du point de vue d'une autre université, informer le comité sur de nouvelles initiatives au Département, etc.

Entre les réunions, les membres communiquent par courriel ou sur une liste de diffusion interne. Ces courriels concernent des publications récentes, des conférences à venir, des retours sur des sujets traités en réunion et l'organisation entourant la réunion à venir. Les membres s'envoient aussi des courriels personnels pour coordonner le travail. Voici comment JDG décrit le travail qui se fait en dehors des réunions :

On se partage des articles. On s'envoie des courriels, puis on s'obstine aussi sur des affaires. [...] Comme le PowerPoint de la présentation de première année, j'ai l'impression que c'est ça. C'est comme plein de gens qui l'ont changé, adaptés à leur goût, avec leurs connaissances.

Le comité s'est doté d'un espace de stockage infonuagique. Le PowerPoint qui présente le mandat et les actions du comité D-PHY dans le cours d'introduction à la physique depuis quelques années y est disponible en plusieurs versions. Ce stockage contient aussi : les rapports des sondages, le logo, des photographies prises lors d'activités, le matériel promotionnel, les rapports sur les deux projets en cours au collégial. Pour pallier la difficulté de consigner la multitude d'actions menées en parallèle par le comité, un fichier Excel infonuagique a été mis en place. Les membres consignent au fur et à mesure les activités auxquelles ils et elles ont participé ou ont organisées.

De quelles manières émergent les nouveaux projets au sein du comité? Dans le cadre des entretiens, j'ai questionné les membres du comité sur la provenance des idées quant aux

enjeux et actions à mener par le comité. VHF décrit ces démarches individuelles comme un processus organique de collecte d'information :

Pour le comité lui-même, je pense que c'est vraiment les membres du comité qui amènent [le savoir] de façon plus ou moins organique. Il n'y a pas un système organisé de dire : « On va collecter l'information de cette façon-là. » Je pense que chacun des membres amène au fur et à mesure, en fonction de ses intérêts, des découvertes, des lectures, des enjeux qui peuvent être pertinents, ou du matériel qui est pertinent au comité. Puis, tranquillement on construit cette espèce de savoir là.

Les membres utilisent leur réseau d'informations personnel (médias) ou professionnel (revues scientifiques, contacts) ainsi que les liens avec des groupes aux champs d'intérêt similaires. Le comité D-PHY entretient des contacts avec le groupe Women in Physics McGill (une université voisine) ainsi qu'avec le Comité diversité sciences biologiques (CDSB) de l'Université de Montréal. À quelques occasions, ces collaborations ont généré des actions conjointes.

Plusieurs membres ont mentionné l'importance des études scientifiques comme source d'inspiration. À leur avis, il est important d'avoir des chiffres, des données ou des statistiques. Les statistiques sont convaincantes et surtout, objectives. Pour décrire leur perception des études sur les enjeux de diversité, les membres recourent à un champ lexical similaire à celui décrivant des découvertes en physique : « ça existe », « ça a été prouvé », « [ils] établissent des faits ». Pour JDG, VHF et MEV, les études quantitatives sur les enjeux de diversité rassurent : « ça met vraiment des mots là-dessus », « c'est pas juste une impression », « je ne suis pas seule ». Pour DH, les études scientifiques sont le déclencheur de son militantisme. Pour ELP cependant, il ne faut pas laisser de côté le travail de terrain. C'est à partir de ses observations qu'elle a proposé et réalisé son idée de sondage sur le bien-être des minorités ethniques. Bien entendu, les données quantitatives ne sont pas bien loin : « Je suis une scientifique c'est de même que je le vois : "On va mettre des chiffres, ça va aider" » (ELP). En somme, l'expertise des membres se trouve dans le vécu, les connaissances accumulées, les conceptions, les biais, les préoccupations et les motivations. XP le résume ainsi : « On arrive tous [et toutes à la réunion] avec notre bagage ». Comme le soutient JDG, tous et toutes ont « des petites miettes de connaissances ».

### **6.1.3. Les initiatives du comité D-PHY**

Depuis sa formation et à travers les réunions, le comité D-PHY organise une variété d'activités et de projets. Deux d'entre elles sont récurrentes. Premièrement, le comité présente son mandat et ses activités une fois par session dans le cadre du cours obligatoire d'introduction aux disciplines de la physique.

C'est une activité qui est quand même assez exceptionnelle [...] d'arriver à avoir un 45 minutes environ de présentation de cours de première année pour parler du comité, mais aussi pour faire des mises en situation sur le harcèlement. Donc de prendre les étudiants en première année [...] de les *shaker*, puis de faire réaliser qu'on est dans [...] un milieu où justement il peut y avoir des situations où des gestes déplacés, ou même des mots, peuvent être posés facilement qu'on s'en rend pas compte. Se conscientiser là-dessus, puis aussi discuter de solutions préliminaires [pour] que ça germe un peu dans leur esprit après la présentation que l'on ne veut pas ça au sein du département. En plus, on n'a pas juste des mesures pour empêcher qui se passe des choses, mais des mesures positives pour l'inclusion au Département. (XP)

L'objectif de cette activité est d'instaurer un dialogue au sujet des enjeux de diversité. Pour ce faire, on présente : des statistiques sur la proportion de femmes et de minorités culturelles en physique et en sciences, une définition du biais implicite, l'image stéréotypée du scientifique à déconstruire ainsi que le comité. Ensuite, on demande à l'audience de discuter de trois mises en situation sur des thèmes associés au sexisme, au racisme et au harcèlement. La présentation se conclut avec une présentation des ressources disponibles sur le campus.

La seconde activité récurrente est la conférence départementale du comité D-PHY. Elle vise à pallier le manque de diversité perçue dans la programmation des séminaires et à profiter de la tribune pour sensibiliser la population départementale aux enjeux de diversité et d'inclusion. À la session d'hiver 2016, le comité s'est plaint à l'organisateur que l'ensemble des invités aux conférences départementales étaient des hommes. Puisqu'il ne restait qu'une case réservée à la conférence « des anciens », il a proposé d'y inviter « des anciennes »<sup>4</sup>. À partir de l'année 2017-18, le comité D-PHY a convenu qu'il : (1) se réserverait une conférence départementale par année pour inviter des chercheurs à discuter exclusivement d'enjeux associés à la diversité, (2) ferait de la sensibilisation auprès des membres du corps professoral afin de les encourager à inviter des scientifiques de groupes racisés. Ainsi, un conférencier a abordé l'impact du genre sur le référencement et le financement des recherches scientifiques et une conférencière a abordé les enjeux LGBTQ+ dans le milieu universitaire et en physique. En parallèle, de novembre 2015 à mars 2017, le comité D-PHY s'est entendu à cinq reprises avec des professeurs pour que des physiciennes invitées présentent, en plus de leur recherche, certains éléments de cheminement personnel lors des conférences départementales. À partir de septembre 2017, le comité a organisé des événements avant ou après la conférence départementale, où la conférencière peut discuter de son parcours de chercheuse avec des étudiants et des étudiantes. En somme, les conférences permettent à la communauté départementale de s'informer sur les travaux scientifiques en matière de diversité.

---

4. La conférence « des anciens » est l'occasion d'inviter d'anciens étudiants du Département afin de discuter de leur avancement de carrière dans un milieu non-académique. Cette conférence se fait habituellement au mois d'octobre dans le cadre du Mois des diplômés de l'UdeM.

Le comité parraine aussi des initiatives générées par l'engagement de ses membres. De manière générale, pour les membres du comité la discussion s'avère un excellent moyen de sensibilisation de la communauté départementale. Ainsi, une étudiante a proposé et organisé un midi-discussion étudiant sur le féminisme.

C'est là que l'on réalise que c'est important de parler de ces enjeux-là [et] pas juste de faire des grandes conférences, que ce soit des gens, que ce soit des grands conférenciers. Juste de parler entre nous, je pense que ça fait du bien. Ça fait réaliser certaines choses. (MS)

L'activité ayant fait salle comble, le comité la reproduit chaque session sur un autre thème et l'association étudiante y contribue financièrement. Une autre étudiante a monté, diffusé et analysé un sondage sur la fréquentation du café étudiant. Elle avait constaté l'absence d'étudiants et étudiantes de « groupes racisés » dans le café étudiant et considérait que la fréquentation de ce lieu comportait des « avantages indéniables » qui sont « l'accès à l'aide des étudiants plus vieux et le support de la communauté étudiante effectuant les mêmes cours » (Rapport interne D-PHY, 2018).

En plus de sensibiliser le Département, le comité D-PHY a consigné des statistiques départementales quant à la proportion de femmes inscrites aux trois cycles sur une période de dix ans. Le comité a aussi proposé des modifications quant au fonctionnement du Département. Il a suggéré de réévaluer les critères d'éligibilité de la bourse Marie-Curie afin qu'elle adresse les enjeux de diversité plutôt que celle des femmes en sciences. Le comité a proposé la création d'un comité des conférences départementales qui s'assurerait de varier les sujets selon les sous-disciplines de la physique et veillerait à une certaine diversité des invités et invitées. Le comité a aussi discuté de la composition des comités d'embauche. En effet, lors d'un événement de discussion, une conférencière invitée avait critiqué ouvertement le fait d'y être attitrée systématiquement dans son Département, y étant la seule femme. Quand le comité D-PHY a constaté que le Département de physique avait une habitude similaire, celui-ci a avisé la direction départementale que la norme universitaire consistait plutôt d'avoir un membre d'un groupe ciblé (minorités culturelles, personnes en situation de handicap, femmes), ce qui a élargi le bassin de personnes disponibles. Le comité a contribué à la planification stratégique départementale (2018-23) en encourageant l'Université et le Département à prendre acte de la diversité en sciences. Le comité a proposé et rédigé un *Guide d'éthique départemental* adopté en assemblée départementale le 4 septembre 2020. Enfin, pour l'année 2020-2021, le comité s'attelle à scruter le processus d'octroi des bourses de stage et les procédures d'inscription à la maîtrise afin de les rendre plus équitables.

Le comité agit également à l'extérieur du Département de physique. Pour se former sur les enjeux de diversité, les membres du comité participent à l'occasion à des colloques sur le

féminisme ou la diversité en physique ou en science et en profitent pour animer un kiosque ou présenter une conférence. Un atelier sur le harcèlement mis au point pour le cours d'introduction aux disciplines de la physique a été repris dans le cadre d'un colloque provincial et national en astrophysique (2016 et 2019). Lors des éditions de la journée d'astronomie au campus MIL en août 2017, 2018 et 2019, le comité a animé un kiosque<sup>5</sup>. De plus, le comité a réalisé deux projets visant l'enseignement au collégial. Le premier (complété) consiste à dresser la liste des notes biographiques des scientifiques aux contributions exceptionnelles présentés dans les marges d'une série de manuels fréquemment utilisés dans l'enseignement de la physique au collégial. Devant un manque flagrant de femmes (moins de 2 %), l'étudiant assigné au projet a proposé 15 femmes scientifiques dont les contributions se relatent au contenu du cours et cette liste a été envoyée à la maison d'édition. Le second projet au collégial est toujours en cours. Il est piloté par trois membres du comité et vise à sensibiliser les professeurs et professeures de cégeps à des stratégies pédagogiques qui améliorent le climat de classe pour les étudiantes en physique et augmentent leur recrutement au baccalauréat en physique. Ayant obtenu de multiples subventions (gouvernementales et universitaires), en 2020 ce projet s'est détaché du comité et est devenu indépendant.

En plus de consolider sa place dans le Département de physique à travers ses nombreuses activités et de rester alerte quant aux nouvelles ressources et connaissances, le comité D-PHY sert de catalyseur à d'autres initiatives. Comme le souligne VHF : « le comité fait des petits ou des frères et sœurs ». Par exemple, un groupe de recherche a monté son propre comité Diversité iREx qui « a pour mission de favoriser l'intégration professionnelle, au sein de l'iREx, des personnes issues de groupes traditionnellement sous-représentés dans le milieu de la recherche en physique, pour contribuer à augmenter la prospérité scientifique d'un iREx inclusif et fier de sa diversité » et entretient des liens avec le comité D-PHY. En fait, les membres du comité ont profité de plusieurs tribunes au sein de l'université pour se présenter et encourager les initiatives au point où, selon VHF et BW, le comité est connu au niveau de l'administration facultaire et par la direction de l'université. Enfin, le comité visait à profiter d'un déménagement vers un nouveau campus des sciences pour y intégrer la culture de l'inclusion avec un comité diversité qui regroupe les quatre départements (chimie, géographie, physique et sciences biologiques) qui seraient mutés vers ces nouvelles installations.

Si on arrive à avoir un comité de diversité au campus MIL, ça montre non seulement qu'on a des initiatives au sein de départements séparés, ça montrerait qu'on a un but on a des intentions au niveau de l'université carrément de créer une atmosphère inclusive. (XP)

---

5. Cette activité est organisée par l'institut de Recherche sur les Exoplanètes (iREx) dont les membres fondateurs sont du Département de physique de l'UdeM.



En somme, la grande majorité des actions du comité se font de manière proactive. Il saisit les opportunités, comme la présence d'une conférencière de renom, la tenue d'un colloque à proximité ou l'exercice de la planification stratégique. Bien que peu fréquents, il arrive au comité de réagir à certaines décisions ou à certains incidents. À titre d'exemple, une étudiante a contacté ELP pour lui signaler le comportement déplacé d'un enseignant.

Mais cette session, il y a eu un problème avec un professeur qui a fait quelque chose de déplacé. Puis juste le fait que je sois passée dans les classes pour faire le sondage et me présenter, les gens sont tout de suite venus à moi. Faque le problème de sexisme a été référé au comité Diversité Physique plutôt qu'à l'association étudiante. Puis ça, j'ai trouvé ça intéressant. [...] On est prêt à faire du travail ici. S'ils ont des problèmes, c'est à nous qu'ils doivent venir parler. (ELP)

Le comité a réagi en sensibilisant le professeur en question sur ses pratiques pédagogiques. En fait, depuis l'instauration du comité D-PHY, il semble que les membres du Département de physique dénoncent davantage les comportements inappropriés à l'association étudiante, au comité D-PHY ou au BIMH.

#### **6.1.4. Les thèmes abordés par le comité D-PHY**

La réorientation du naissant comité pour la « promotion des femmes en physique » en comité axé sur la diversité en physique a marqué le début d'une négociation ininterrompue entre les enjeux spécifiques aux femmes en physique et les enjeux associés aux autres aspects identitaires reliés au terme diversité. En fait, les actions du comité D-PHY reflètent les sensibilités de ses membres. Dans cette sous-section, je rends compte des divers thèmes abordés par le comité et leur importance relative. Ces thèmes sont les enjeux associés aux femmes, aux personnes LGBTQ+, aux personnes de groupes racisés, aux personnes en situation de handicap et aux personnes autochtones<sup>6</sup>.

La sous-représentation historique des femmes en physique occupe une place proéminente dans les discours et actions du comité D-PHY. Dès sa fondation, le comité D-PHY s'inscrit comme une réponse à la sous-représentation des femmes en physique comme le souligne XP : « C'est vrai qu'à la base le comité diversité a été bâti autour de la thématique que la proportion de femmes en physique est plus faible ». La proportion de femmes en physique est comptabilisée depuis longtemps et VHF précise qu'elle est aussi plus facile à identifier :

---

6. Depuis 2019, les chaires de recherches du Canada visent explicitement à accroître la représentation de quatre groupes désignés : les femmes, les Autochtones, les personnes s'identifiant aux minorités visibles ou ethniques et les personnes en situation de handicap. En conséquence, les institutions de recherche doivent établir un plan d'action et y inclure des objectifs de représentativité.

La communauté des femmes est plus facile à identifier que d'autres groupes de minorités. Ne serait-ce que parce que les gens sont plus prompts à déclarer où à afficher leur sexe que leur identité sexuelle ou leur identité ethnique. À travers le département, l'université, on a [...] plus facilement accès à des données sur qui est-ce qui est un homme, une femme ou une autre identité de genre que vraiment être capable de mapper la population du Département interne d'identité ethnique ou d'identités sexuelles.

Initialement fondé par des femmes (en majorité blanche), celles-ci constituent toujours plus de la moitié des membres du comité. Selon DH, le discours sur les femmes en physique est plus facile à porter « parce que ça intéress[e] quand même beaucoup de gens ». Améliorer la représentativité et le climat pour les femmes teinte la majeure partie des activités organisées par le comité. Soutenant la pertinence du sujet, MEV souligne que plusieurs personnes au Département ignorent toujours l'existence de la sous-représentation de femmes en physique. Pour sa part, ELP soutient que « le nombre de choses qui sont faites en féminisme est démesuré par rapport à ce qui devrait être fait pour les autres communautés ». À son avis, dans la communauté étudiante, la « culture féministe est quand même bien implantée ».

Sur l'importance à accorder aux enjeux spécifiques aux femmes en physique, les membres du comité D-PHY s'entendent pour dire qu'il faut aussi tenir compte des autres groupes minoritaires tel que résumée par KD et ELP :

On commence par les femmes, mais c'est la première chose. Après que l'on aura résolu ce problème, on mettra la lumière sur d'autres choses. (KD)

Ça prend peut-être plus de temps parce que justement le sujet [de la diversité] est vraiment grand. Au début, on se concentrait plus sur les femmes. Mais je pense que notre but, c'est de toucher à tout. On va y arriver-là. (ELP)

Dans la communauté en physique, la sensibilisation aux enjeux affectant les personnes LGBTQ+ s'est construite plus récemment que pour les femmes. Alors que la American Physical Society (APS) a publié son rapport sur l'équité de genre en physique en 2007, elle n'a lancé son premier rapport *LGBT Climate in Physics* en 2016. Au Canada, la première conférence canadienne pour les femmes en physique (FEPC-WIPC) a eu lieu en 2011 tandis que c'est en 2019 qu'a eu lieu la première conférence canadienne *LGBTQ+ in STEM*. Au Département de physique, je n'ai trouvé aucune mention de sensibilisation aux LGBTQ+ précédant la mise sur pied du comité D-PHY.

Après deux ans d'existence, les membres du comité D-PHY ont commencé à exprimer une fatigue face au thème des femmes en physique. La communauté étudiante désirait des activités adressant les personnes LGBTQ+. Le comité a ajouté des mises en situation de personnes LGBTQ+ dans la présentation du cours d'introduction aux disciplines de la physique. Aussi,

il a organisé une conférence départementale sur l'inclusion des LGBTQ+ en physique, un événement de discussion avec une conférencière ouvertement queer et un midi-discussion « Créer un milieu inclusif LGBTQ+ ». Depuis 2016, il y a toujours eu au comité au moins une personne LGBTQ+ qui, souvent, propose et soutient des initiatives sur ce thème.

En fait, plusieurs rapports soulignent la difficulté d'identifier dans les milieux de travail ou d'étude des personnes LGBTQ+ ou des personnes sensibles à leur cause<sup>7</sup>. Au Département, les statistiques démographiques sont difficilement accessibles autrement que par des sondages volontaires. Comme exemple de ce manque de visibilité, en novembre 2015, Pauline Gagnon, ouvertement lesbienne, a présenté une conférence sur Mileva Maric Einstein ; les gens ont étiqueté cette activité comme « femmes en physique ». Depuis, elle a préparé une conférence intitulée « Être lesbienne en physique/What's wrong with me? » qui a été reproduite à plusieurs reprises dont en mai 2020 (à distance) pour les membres du Département de physique de l'UdeM. Pour pallier la difficulté d'identifier les membres LGBTQ+, les membres du comité D-PHY ont à quelques reprises discuté de trouver une manière d'indiquer si une personne appuie la « cause LGBTQ+ » notamment sur la porte de bureau.

Voyons maintenant les actions menées sur les enjeux spécifiques aux personnes de groupes racisés. Dans un des premiers événements du comité D-PHY en 2015, le comité avait invité une conférencière indienne qui avait abordé le thème de la sous-représentation des femmes. Pour avoir un portrait de la situation, le comité D-PHY a demandé des statistiques au Bureau de recherche institutionnelle (BRI)<sup>8</sup> quant à la proportion d'étudiants et étudiantes au Département de physique s'identifiant à une « minorité visible » : bien que les données soient colligées, la demande d'accès a été refusée<sup>9</sup>. Il n'a été possible d'évaluer que la diversité ethnique du corps professoral du Département, et ce, de manière informelle. Désirant tout de même collecter des informations sur les enjeux vécus par les personnes de groupes racisés, le comité D-PHY a organisé un sondage qui visait explicitement à savoir pourquoi les personnes de groupes racisés étaient absentes au café étudiant ce qui a aussi permis de rendre visible leur sous-représentation en physique. Par la suite, un midi-discussion a abordé les « microagressions raciales ».

---

7. Le groupe Canadian Queers in Physics a lancé un site internet sur lequel se trouve une liste de gens s'identifiant comme LGBTQ+, des alliés et alliées et le groupe a aussi mis sur pied une page Facebook. Le groupe Canadian Queers in Physics justifie l'existence de son site par le manque de visibilité des personnes LGBTQ+ qui peut les amener à se sentir isolées : « I had a friend group in the local physics club and I discovered that we were all queer. I started to realise that there are a lot more LGBTQ+ people in the physics community than I had ever expected. I wanted a way to make each LGBTQ+ physicists feel less alone, and this website/organization is how I decided to go about doing that » (<https://www.canadianqueersinphysics.ca/>).

8. Depuis, le BRI a été renommé comme la Direction du budget, de l'analyse et de la planification institutionnelle (BAPI).

9. À titre d'exemple, les données les plus récentes (automne 2018) stipulent de 22 % de l'ensemble des étudiants et étudiantes de l'Université de Montréal « font parti de minorité visibles ». Source : [https://public.tableau.com/profile/universit.de.montr.al#!vizhome/Indicateurs\\_UdeM/Diversit](https://public.tableau.com/profile/universit.de.montr.al#!vizhome/Indicateurs_UdeM/Diversit)

Pour contrebalancer l'absence de statistiques officielles disponibles, les statistiques sur les personnes de groupes racisés que le comité D-PHY utilise dans ses multiples présentations proviennent de l'APS qui dispose de suffisamment de ressources et d'intérêt pour produire des rapports et statistiques démographiques concernant plusieurs groupes. En fait, au sujet du déséquilibre en termes d'actions et de données disponibles quant aux personnes de groupes racisés face à la sous-représentation des femmes, les membres du comité m'ont évoqué : le peu de sensibilité au Canada et au Québec en comparaison aux États-Unis où la trame historique met de l'avant les relations raciales ainsi que le plus grand accès aux ressources de l'APS. Au Canada, l'ACP a sondé ses membres en novembre et décembre 2020 pour connaître leurs identités (genre et ethnicité), leurs occupations ainsi que leurs expériences au sein de la communauté en physique. Au dépôt de cette thèse, le rapport final n'a toujours pas été publié<sup>10</sup>.

Bien que les personnes en situation de handicap et les Autochtones fassent partie des groupes ciblés par les organismes subventionnaires, ces sujets sont peu abordés dans le comité D-PHY, les deux groupes étant peu présents au Département.

#### **6.1.5. Les retombées du comité D-PHY**

J'ai demandé aux membres quels seraient les legs si le comité D-PHY venait à se dissoudre à l'instant. Pour plusieurs, il y aurait un évanouissement de l'influence du comité à créer un climat plus inclusif. Voici le commentaire de JDG :

Je pense que ça laisserait quand même une sensibilité, mais j'aurais peur que ça se perde avec le temps. [...] On a comme une espèce de présence qui fait que les gens font. Je ne sais pas. C'est l'impression que j'ai. Je ne sais pas jusqu'à quel point c'est vrai, mais on est comme une présence qui fait qu'on ne peut pas faire n'importe quoi [...] Il y a comme une espèce de protection le fait qu'on est là.

La visibilité du comité a une certaine performativité. Le simple fait « d'être là » lance un message aux gens du Département quant aux comportements à adopter, en plus d'encourager les gens à dénoncer les actes déplacés. J'introduis la notion de sentinelle pour imaginer cet aspect du rôle du comité. Une sentinelle est une « personne ou chose qui a pour tâche de veiller, de surveiller pour éviter toute surprise » (dictionnaire Larousse). La sentinelle peut faire des missions de renseignement, de surveillance ou répondre à des alertes.

---

10. Les résultats préliminaires de l'enquête sur l'ÉDI de l'ACP stipulent que « seulement 1 % des répondants se sont identifiés comme Noirs » ([https://www.cap.ca/wp-content/uploads/2021/03/CanPhysCounts\\_Survey\\_Inforgraphic-Fre-Cover.png](https://www.cap.ca/wp-content/uploads/2021/03/CanPhysCounts_Survey_Inforgraphic-Fre-Cover.png)).

Comme le rapportent BW et VHF, il est difficile d'attribuer le mérite à cet ensemble de transformations uniquement au comité D-PHY.

Le fait que ça a adonné qu'il y a eu la naissance du comité Diversité Physique, c'est quelque chose qu'on a beaucoup plus parlé en même temps dans les médias en général. (BW)

Je pense que le crédit pour ça en toute honnêteté est partagé dans le sens où je pense que collectivement la société au complet, dans les cinq dernières années [...], a fait un bond de géant de conscientisation. [...] Mais, mon impression, c'est que les actions posées par D-PHY dans les dernières années ont significativement contribué à cet état d'esprit-là au Département. (VHF)

Actuellement, les membres du comité s'entendent pour dire que le Département est plus sensible qu'avant aux enjeux de diversité. Pour plusieurs cette sensibilité est acquise, alors que d'autres soulignent l'effet éphémère de la sensibilisation. Comme les trois professeurs et professeures du comité D-PHY ont fait une partie de leurs études au Département de physique de l'UdeM, je leur ai demandé s'ils avaient constaté un changement de culture. Durant le parcours au baccalauréat de DH « il y avait beaucoup de jokes racistes, beaucoup de jokes sexistes, et que les gens ils faisaient juste rire et que c'était accepté de faire des choses comme ça » et que « les calendriers des femmes nues, c'était à mon époque »<sup>11</sup>. BW souligne qu'à son époque, les enjeux de genre et l'importance de la diversité culturelle, « c'est quelque chose qui ne se parlait pas ». Dans les mots de VHF,

La sensibilité de la communauté du Département aux questions de diversité – diversité du genre, diversité sexuelle, diversité ethnique – elle est à un beaucoup plus haut niveau qu'elle ne l'était quand j'ai commencé au Département.

## 6.2. Les actions du comité Diversité physique et le travail identitaire généré

Ayant complété le portrait du comité D-PHY, je développe les relations entre l'existence et les actions du comité et le travail identitaire généré. Je débute par mon propre travail identitaire en lien avec mon processus de recherche et mon implication dans le comité D-PHY. Puis, j'observe des manifestations de travail identitaire au regard des membres du comité. Par la suite, je présente comment le comité s'est créé sa propre identité collective. Enfin, j'argumente que par ses actions, le comité D-PHY incite la communauté départementale à entamer un processus de travail identitaire collectif visant à prendre conscience de certains biais ou à modifier certains comportements.

---

11. Depuis, selon le Guide d'éthique départemental (2020), tout espace commun se doit d'être respectueux notamment l'affichage sur les murs.

### 6.2.1. Mon travail identitaire au sein du comité D-PHY

Mon travail identitaire au sein du comité D-PHY se construit à travers la manière dont les membres du comité me perçoivent, les diverses identités que je performe en tant que membre du comité D-PHY et mes négociations identitaires au sujet de la parentalité.

Dans le cadre de mon cheminement doctoral, j'ai porté plusieurs chapeaux. D'un côté, je suis militante, j'ai cofondé le comité D-PHY et j'ai tenté de lui donner une direction qui représentait l'opinion du Département et non mes intérêts personnels. En parallèle, j'ai suivi des cours au Département de communication sur les méthodologies (sondages, entrevues, ethnographie, etc.) et j'ai utilisé ces connaissances pour conseiller les membres du comité. Enfin, mon sujet d'étude est le Département et le comité D-PHY, ce qui a créé quelquefois des malentendus entre le temps consacré à mon implication au comité et à mon sujet d'étude.

De quelle manière suis-je perçue par les membres du comité? À propos de l'instauration du comité, DH me dira « toi t'avais l'expertise et la motivation de faire vraiment une différence ». Dans la manière d'aller chercher les nouvelles idées, XP affirme que :

J'ai l'impression qu'il y a des personnes - comme toi justement - qui lisent les articles pas juste de physique. [...] Cela permet de développer des idées pour justement ne pas subvenir, mais répondre aux problématiques soulevées dans ces études-là.

JDG se réfère aussi à moi comme une « spécialiste » en devenir sur les enjeux de diversité et souligne qu'à l'exception de moi, « personne n'est un spécialiste là-dedans. [...] On ne fait pas ça dans notre vie ». BW souligne que pour avoir de meilleures initiatives il devrait y avoir une personne-ressource au Département sur les enjeux de diversité : « Comme toi peut-être ». Au moment où ces entretiens ont eu lieu, le poste de conseiller ou conseillère aux enjeux d'équité, de diversité et d'inclusion n'existait pas. Depuis début 2019, la majorité des universités québécoises a ouvert un tel poste. Pour assurer une coordination, un regroupement interuniversitaire québécois en équité, diversité et inclusion a été lancé en mai 2019.

Cette perception de moi comme spécialiste de la diversité et de l'inclusion m'a offert une tribune privilégiée pour partager connaissances, conceptions et propositions par rapport à aux sujets à aborder et actions à mener. En fait, lors de mon implication dans le comité D-PHY j'ai performé successivement trois identités soient celles d'expérimentatrice, de facilitatrice et de spécialiste.

Dès ses débuts, le comité D-PHY a été pour moi un « laboratoire » dans lequel, en tant qu'expérimentatrice, je pouvais tester de multiples approches et activités quant à la diversité

et l'inclusion en science. En fait, il n'y avait pas de manuel de la diversité et de l'inclusion, ni de manières de faire. J'ai donc appliqué des pratiques et des connaissances tirées de mes cours en sciences sociales, de colloques féministes ou de mes lectures. Ce qui s'est fait avec succès, car il y avait un grand appui pour le sujet au Département. Par exemple, j'ai eu la latitude et surtout la motivation d'organiser quatre conférences sur la diversité et l'inclusion en une seule session (un record). J'ai aussi expérimenté quant à la structure et au fonctionnement du comité. Initialement organisées par ma collègue, les réunions rassemblaient une quinzaine de physiciennes autour d'une grande table ; après la diffusion de mon sondage de lancement, les réunions ressemblaient à de petites assemblées publiques d'une trentaine de personnes.

Par la suite, lorsque le comité a été officialisé, il a fallu l'intégrer dans les structures départementales, ce qui a influencé sa composition et son fonctionnement. À ce moment, j'ai eu moins de latitude pour expérimenter et j'ai plutôt choisi de performer une identité de facilitatrice. Ayant des contraintes de temps (un bébé), je ne visais plus à tester la ou les meilleures configurations possibles. Je voulais que le comité vive, c'est-à-dire que les réunions aient lieu, que les discussions soient génératrices et que les membres veuillent proposer et mettre en œuvre des projets. Pour ce faire, j'ai orchestré la planification des réunions (convocation et ordre du jour). Lors des réunions, je m'assurais du suivi de l'ordre du jour et de la gestion du temps ce qui pouvait dire ramener ou interrompre la discussion, mais aussi proposer des pistes de réflexion. En même temps, je me suis attelée à créer un espace propice afin que l'ensemble des membres contribuent à la discussion et aux activités du comité. J'ai offert systématiquement du soutien aux propositions de projet par un étudiant ou une étudiante. Durant cette période, il y a eu de nombreuses activités de plusieurs types organisées par plusieurs membres : le comité roulait en vitesse de croisière. J'ai beaucoup appris des membres du comité (de leur vécu, de leurs lectures, de leurs opinions et perceptions). J'ai aussi développé mes compétences en leadership notamment parce que les membres du comité le respectaient et m'offraient la latitude nécessaire. Du point de vue des membres du comité, j'avais la maîtrise les notions théoriques, autrement dit, j'étais vue comme la spécialiste locale sur ces questions. Cela dissonait avec ma perception. Je doutais de mes connaissances et compétences acquises selon un apprentissage autodidacte d'essai-erreur. En effet, ces connaissances et compétences étaient peu reconnues à l'extérieur du comité ; que ce soit dans les colloques de femmes en physique ou dans les méandres universitaires.

C'est en avançant dans l'écriture de ma thèse que je me suis convaincue de mon rôle d'experte. D'un côté, j'ai commencé à faire des actions inusitées pour une étudiante <sup>12</sup>. J'ai fait partie du

---

12. D'une part, il y a mon statut de spécialiste ÉDI, mais aussi mon expérience de la parentalité. En fait, mon expérience de la parentalité donnant lieu à de nombreux points de rencontre avec plusieurs membres du corps professoral a contribué à flouter mon identité d'étudiante.

comité de sélection des auxiliaires du comité, puis agi comme leur personne-ressource et mentore. J'ai été la maîtresse de cérémonie pour une conférence départementale du comité D-PHY. J'ai organisé une autre conférence de type départementale (annulée puis reportée en vidéoconférence à cause de la pandémie). Dans le projet Parité sciences<sup>13</sup>, j'ai été cosignataire de plusieurs subventions gouvernementales et j'ai orchestré l'embauche d'une coordonnatrice. D'un autre côté, c'était une période de tergiversations : j'apprenais de moins en moins à travers le comité, je voulais laisser place aux nouvelles perspectives et idées, mais en même temps assurer la pérennité du comité. Aussi, comme j'assumais mon expertise, en cas de désaccord, je référais à celle-ci comme moyen de persuasion. Alors qu'en tant qu'expérimentatrice ou facilitatrice, j'avais effectué des recherches dans le but de rapporter l'information au comité, ici, je cherchais activement d'autres groupes en réponse à un besoin de stimulation, de défis, de pousser les connaissances plus loin<sup>14</sup>. Finalement, j'ai quitté officiellement le comité en juin 2020 et j'ai canalisé mon énergie vers le Réseau québécois interuniversitaire en équité, diversité et inclusion (RIQEDI). À l'été 2020, j'ai aussi été embauchée comme facilitatrice par APS-IDEA : cela me complait de savoir que mon expertise est reconnue plus largement.

Mon départ a laissé un trou dans le comité. Pour qu'il poursuive sans ma facilitation, le comité s'est orienté autour du leadership partagé (*shared leadership*) découlant des préceptes d'APS-IDEA. Selon le leadership partagé, les membres s'occupent en alternance de la convocation de la réunion et du suivi de l'ordre du jour.

Avant de passer au travail identitaire des membres du comité D-PHY je voudrais réaborder mes négociations identitaires intenses effectuées qu'étudiante-parent en les ancrant cette fois dans mon implication au comité D-PHY. Ce travail identitaire a notamment influencé certains choix dans ma recherche, dont l'élaboration des entretiens auprès des membres du comité. Dans mon questionnaire d'entrevue, j'ai spécifiquement demandé pourquoi la parentalité (« la conciliation travail-famille ») n'avait pas été retenue comme sujet prioritaire par le comité.

Lors de mes grandes périodes de travail identitaire associé à la parentalité (la grossesse et les deux premières années de vie de mon enfant), j'ai eu beaucoup de difficulté à m'identifier à la communauté du Département de physique. Premièrement, je ne me suis pas identifiée

---

13. Le projet Parité sciences a émergé de discussion dans le comité D-PHY et est maintenant une entité indépendante. Ce projet vise à travailler en partenariat avec le milieu collégial afin d'éveiller et de soutenir l'intérêt pour les sciences des étudiantes. Voir [www.paritiesciences.ca](http://www.paritiesciences.ca)

14. Par exemple, j'ai suivi à un cours de littérature autochtone et je me suis lancée dans l'organisation d'un colloque pour l'équité, la diversité et l'inclusion regroupant les quatre Départements du complexe des sciences de l'Université de Montréal. Ce projet, altéré par la pandémie 2020, s'est concrétisé dans un partenariat avec les services des bibliothèques et le dévoilement virtuel d'une œuvre installée à la bibliothèque des sciences.



aux quelques étudiants-parents qui avaient souvent une conjointe à l'emploi qui avait pris le long congé parental. Ensuite, très peu d'étudiantes avaient des enfants, j'en ai croisé une seule qui avait eu des enfants avant son inscription tardive au baccalauréat<sup>15</sup>. Seule une coordonnatrice d'un groupe de recherche qui est tombée enceinte peu de temps après la fin de ses études doctorales m'apparaissait comme une figure modèle, mais elle a pris le long congé et je l'ai donc peu vue en contexte universitaire. Si je vivais une situation parentale similaire à celle des professeurs et professeures récemment embauchées, du point de vue de l'âge et de l'avancement de carrière, c'était fort différent. La coordonnatrice et les membres du corps professoral se soustraient temporairement du Département au moment où le fait de devenir parent les affecte maximalelement. Par la suite, l'enjeu devient personnellement moins envahissant et peut rapidement laisser place à d'autres priorités. Autrement dit, lorsque le travail identitaire autour de la parentalité est important, la personne est souvent hors du Département de physique, ce qui peut aussi expliquer le peu d'actions mené par le comité D-PHY sur le sujet.

Une majorité des membres du comité D-PHY ont souligné que le sujet était important et qu'il faudrait bien s'y atteler. Cependant, pour plusieurs, il y a peu d'intérêt dans la population départementale puisque seules les personnes directement affectées sont intéressées. Comme la population au baccalauréat est importante, les membres ont dit que c'est à elle que s'adressent plusieurs activités du comité D-PHY. Voici un exemple de réponse qui résume bien les éléments mentionnés précédemment :

C'est un comité départemental, ce n'est vraiment pas juste pour les gens au bac. Peut-être que ça affecte moins les gens au bac la conciliation travail-famille, mais ça implique beaucoup les gens aux cycles supérieurs, mais aussi les professeurs. Puis techniquement vu qu'on est un comité départemental, on devrait englober tout le monde. [...] Je pense que beaucoup de nos activités focusent beaucoup sur les gens du bac parce qu'il y a un plus gros bassin de population. Faire une activité sur la conciliation travail-famille va impliquer moins de personnes. Ce qui est triste parce que c'est vraiment important pour les gens que ça implique. Puis, les gens du bac devraient être intéressés par ça parce que ça va les affecter à un moment dans leur vie. (MEV)

En réaction à ces propos sur les publics cibles du comité, je me suis sentie isolée dans mon expérience d'étudiante-parent, et ce, même si les injustices associées aux charges supplémentaires par les femmes dans la parentalité sont bien documentées (Ivie et al., 2013). Je me suis aussi désidentifiée aux priorités du comité (lire les cohortes au baccalauréat), ce qui m'a dissuadée de porter et pousser les enjeux associés à la parentalité. Enfin, plusieurs membres ont intégré la parentalité comme un sous élément des enjeux des femmes en sciences. De

---

15. Ici, j'emploie le mot tardif dans le sens où la grande majorité des étudiants et étudiantes débutent le baccalauréat en physique tout de suite après le secondaire puis les études collégiales.

mon point de vue, cela s'ajoute comme une double dilution, diluée en tant qu'étudiante de troisième cycle par rapport aux cohortes au baccalauréat et diluée en tant que femme dans un groupe où peu d'entre elles sont parents.

Une autre raison qui pousse le comité à ne pas agir sur la question de la parentalité est la perception chez plusieurs de ses membres, parents ou non, que la parentalité est un choix, celui d'avoir ou non des enfants, mais aussi celui d'investir ou non du temps dans sa recherche.

Je le vois que c'est plus ma mission personnelle que je dois gérer ceci. Dans le sens où je pourrais, en tant que professeure en physique, je pourrais facilement travailler vraiment plus. Passer mes soirées ici. Mais c'est un choix que je fais. Donc, moi, je travaille plus là-dessus. Et je ne sais pas si, quand moi j'étais étudiante au bac, je ne pensais vraiment pas à ça. Parce que je ne comprenais pas, je n'avais pas d'enfants, je n'avais pas de mari dans ce temps-là, puis ce n'était pas quelque chose qui m'affectait personnellement. Maintenant en étant en plein dedans, je vois que c'est vraiment important. Mais je ne sais pas si ça va intéresser tout le monde au département. Je le vois plus comme un enjeu plus personnel que certaines personnes, ça va les affecter plus que d'autres.  
(DH)

Dans cette perspective, la personne concernée exerce un certain choix et contrôle : il s'agit donc d'un enjeu individuel et il ne serait donc pas approprié pour le comité d'intervenir. Les propos formulés en entretien par les membres du comité ont généré un travail identitaire qui s'est poursuivi par la suite. De mon côté, je considère que c'est un enjeu collectif et que la notion de choix peut-être beaucoup plus complexe qu'elle n'y paraît en particulier lorsque située à l'intersection d'autres enjeux socio-économiques. Mon travail identitaire dans ce contexte en est un de résistance. Traiter de la parentalité en comité implique de négocier entre une conception de la responsabilité face à l'enjeu qui peut-être individuelle ou collective<sup>16</sup>.

En somme, durant mes années de militantisme au sein du comité D-PHY, j'ai négocié ma propre identité personnelle et surtout, professionnelle quant à la diversité et l'inclusion. En particulier, j'ai souvent évalué au préalable la correspondance entre mes intérêts, motivation et pouvoir d'action avec les intérêts, motivations et pouvoir d'action du comité dans son ensemble : cela a donc passablement influencé les actions dans lesquelles je me suis engagée.

---

16. Je reviendrai plus amplement sur les tensions entre perception individuelle et collective d'un enjeu pas attribuable à la naissance à la prochaine sous-section en relation avec le thème de la maîtrise de la langue anglaise.

### 6.2.2. Le travail identitaire des membres du comité D-PHY

À travers leur implication, les membres du comité D-PHY s'engagent dans un travail identitaire qui fait intervenir leurs identités propres (identités individuelles) et leur identité de scientifiques (identités collectives) un peu à l'image de la construction « physicien/être humain » énoncée par KD (section 4.2.2). Très alertes, les membres du comité D-PHY se questionnent dans leur vie quotidienne sur des enjeux de diversité et d'inclusion, puis en discutent en réunion. Tel que noté à la section 6.1.4, les enjeux qui résonnent le plus sont souvent ceux associés à leurs propres identités. Ainsi, lorsque j'ai demandé comment porter son attention sur l'ensemble des groupes historiquement marginalisés JDG souligne :

Ça dépend des gens sur le comité. Ça dépend de leurs intérêts. Avoir peut-être un roulement. Je ne sais pas ce que ça veut dire. [rires] Je me mets dehors de mon propre gré du comité.

Tout en s'identifiant comme des personnes travaillant pour favoriser la diversité et l'inclusion, les membres tiennent compte des intérêts communs à la communauté départementale. Pour propulser un sujet en particulier, comme les enjeux associés à la parentalité, dans le comité D-PHY, les membres du comité D-PHY considèrent qu'il faut un seuil de participation, souvent la participation des cohortes du baccalauréat, ou une perception de pertinence, appuyée par des études scientifiques.

En fait, les études scientifiques occupent une place importante dans les discours des membres du comité D-PHY et sont une manifestation de leur identité de scientifique. D'une part, plusieurs membres du comité puisent leurs connaissances sur les sujets à aborder dans ces études. BW souligne qu'il faudrait un lieu pour parler de ces lectures afin de consolider ses connaissances et « se garder à jour » sur ces questions complexes.

C'est quelque chose qui est en mouvement, c'est des connaissances qui ne sont pas nécessairement évidentes que j'aimerais ça avoir parfois, comme on avait discuté, des espèces de journal club où on pourrait discuter de la théorie, plutôt que de toujours parler d'actions. De parfois parler de la théorie. Puis donc en se mettant à jour sur nos connaissances, on pourrait se mettre à jour sur ça spécifiquement.

D'autre part, les membres du comité D-PHY mobilisent les études scientifiques comme mécanisme pour « convaincre » les autres membres du Département qu'il y a un problème à adresser. À partir des études scientifiques et des statistiques, VHF verbalise l'idée d'entrer en relation avec l'identité de scientifique de ses collègues de la manière suivante : « J'ose croire qu'en tant que scientifique quand on reçoit des données comme ça, on s'en rappelle, on s'en souvient, puis ça reste à l'esprit des gens ».

L'importance des études scientifiques se reflète aussi dans la manière de cibler les actions. J'ai observé que plus un sujet est discuté depuis longtemps dans la communauté en physique (dans des publications et des conférences), plus les membres du comité jugent qu'il est important d'en parler. Aussi, plusieurs conférences et activités de sensibilisation développées par les membres du comité – comme la présentation dans le cours obligatoire d'introduction aux disciplines de la physique – s'appuient sur de multiples études scientifiques utilisées comme mécanisme de persuasion. Enfin, la lecture d'un article scientifique peut générer tout un pan d'action : c'est après avoir lu un article publié par l'APS, puis en avoir discuté en réunion, qu'un membre du comité a initié le projet de sensibilisation des professeurs de cégep.

Les membres du comité D-PHY s'inscrivent aussi dans la culture organisationnelle départementale. Ainsi, leur travail d'autoréflexion les amène à adopter, négocier ou rejeter certaines valeurs associées à la construction identitaire en physique ou communément partagées comme « la vénération du panthéon de la physique » et « la conception de la physique comme fondement des sciences » (section 4.2.1). Dans ce qui suit, je présente le travail identitaire de négociation et de maintien effectué par les membres du comité D-PHY quant à la valeur de l'anglais comme langue des sciences.

L'ensemble des membres ayant le français comme langue maternelle, je leur ai demandé en entrevue de réagir à l'affirmation suivante : « Avoir le français (ou toute autre langue que l'anglais) comme langue maternelle est un gros désavantage pour une carrière dans le milieu universitaire ». Les membres ont principalement rejeté (complètement ou partiellement) l'affirmation en utilisant différents arguments : réitérer l'anglais comme langue des sciences, affirmer les avantages d'une langue commune, souligner l'accessibilité et la faisabilité de l'apprentissage de l'anglais et aussi, faire intervenir des observations personnelles. Ces arguments s'inscrivent dans plusieurs stratégies de travail identitaire dont l'affirmation de valeurs positives, la séparation entre l'individuel et le collectif ainsi que le rattachement aux expériences vécues.

Sans surprise, plusieurs ont mentionné le bien-fondé d'utiliser une seule langue, l'anglais, comme la langue des sciences. Comme le souligne VHF : « La langue commune de communication scientifique, c'est l'anglais. On peut trouver ça bien ou pas. Voyons-le comme un fait. » Plusieurs membres ont évoqués des arguments pour soutenir ce choix de la communauté scientifique. L'anglais rend possible la collaboration internationale et le partage des connaissances. Pour nuancer, KD et VHF ont mentionné qu'historiquement d'autres langues ont été des lingua franca de la science, en particulier l'allemand dans le cas de la physique du début du vingtième siècle<sup>17</sup>. Du reste, comme l'a énoncé MS, abandonner l'anglais au

---

17. Sur le sujet de la relation entre l'anglais et l'allemand comme langues des sciences, voir l'article de Nina Porzucki dans BBC News : <https://www.bbc.com/news/magazine-29543708>

profit du français consisterait à remettre en question une composante fondamentale à la discipline : « On devrait pouvoir permettre aux gens de suivre leurs études dans la langue qui veulent, la langue maternelle [...], mais [adopter une langue autre que l'anglais], ça devient un changement complet du domaine. »

En énième lecture des retranscriptions des entrevues, j'ai constaté qu'une partie de la réaction de rejet à l'affirmation vient de l'emploi de l'expression « désavantage » amplifiée par l'adjectif « gros ». Pour XP, « Que le français soit sa langue maternelle, je ne pense pas que c'est un désavantage », alors que DH a rejeté catégoriquement l'affirmation : « C'est absolument faux. » En poursuivant la discussion, des nuances émergent. Une première nuance consiste à distinguer entre « maîtriser l'anglais » et « avoir le français comme langue maternelle ». Il s'avère important de maîtriser l'anglais si on veut s'intégrer dans la communauté en physique :

Il y a probablement des gens qui encore à l'université n'ont pas nécessairement développé leur anglais tant que ça au fil des années. Puis là, ils se retrouvent à la recherche. [...] Tu as du rattrapage à faire en tabarnouche puis clairement tu t'es tiré dans le pied, il y a plusieurs années en n'apprenant pas l'anglais. (XP)

[Apprendre l'anglais] c'est facile à combler surtout pour les jeunes de nos jours avec l'internet. (BW)

Encore une fois, je pense qu'une personne qui a suivi des cours d'anglais au Québec n'aura pas de problèmes. Mais les cours d'anglais avancés, c'est sûr qu'en région, les cours d'anglais ne sont pas au même niveau qu'à Montréal. Si tu as suivi à Montréal tes cours d'anglais, je ne pense pas que tu vas avoir des problèmes à faire des conférences. Si tu les as suivis en région, ça se peut que tu aies de la difficulté. (AL)

Déjà là, moi je viens de la région, [loin d'un centre urbain], j'ai eu la chance d'avoir *quand même* de bonnes bases en anglais. (MS)

Ainsi, XP et BW ont souligné qu'il s'agit d'une situation personnelle dans laquelle l'individu a un pouvoir d'agir et dont les outils sont disponibles (tel internet). ELP et MS ont fait plutôt intervenir le milieu social dont la différence entre les cours d'anglais à Montréal et en région<sup>18</sup>. Autrement dit, selon les perceptions individuelles, la maîtrise de l'anglais peut s'interpréter comme un enjeu individuel ou collectif (associé au milieu).

L'apprentissage personnel de l'anglais peut faire intervenir des processus de travail identitaire de résistance, de conformisme, d'acceptation ou d'affirmation (Brown, 2015). Pour expliquer

---

18. Ici, le terme « région » signifie les zones loins des centres urbains que sont les villes de Montréal, Québec, Sherbrooke et Gatineau.

un travail identitaire de résistance, VHF a évoqué des tensions au sujet de la langue française dans le contexte québécois :

C'est une question que tout le monde, particulièrement au Québec, marche tout le temps sur des œufs avec cette question-là. C'est une question qui est super sensible particulièrement au Québec. Il y a beaucoup d'endroits en France, en Allemagne, où au niveau des études supérieures, il y a beaucoup d'enseignement par exemple qui va être fait en anglais. Plus qu'ici, on a une attitude beaucoup plus... Disons un attachement au français qui est peut-être plus fort qu'ailleurs. Ça teinte toute cette discussion-là en plus.

Dans un travail identitaire de conformisme, JDG a décrit ses difficultés liées à l'apprentissage de l'anglais, elle qui provient d'un « milieu très, très francophone ».

Je me souviens, au début de mon doc, quand je faisais ça écrire des courriels, bien ça me prenait tellement de temps. Puis, j'étais comme : « Est-ce que je suis en train de l'insulter ? » À chaque fois, c'était vraiment long écrire un courriel. Maintenant, ça va mieux, beaucoup mieux. Je me suis vraiment améliorée. Mais, l'oral pour moi reste vraiment un défi.

Ici, JDG voit l'apprentissage de l'anglais comme élément nécessaire pour se conformer aux standards du travail de recherche en milieu universitaire.

Pour sa part, MEV projette une image relativement positive de son processus d'apprentissage, ce qui s'arrime à un travail identitaire d'acceptation. Elle a souligné que l'écriture de son article a été vraiment ardue, mais ça s'améliore avec la pratique, et surtout « Je trouve ça bien que mon premier article soit en anglais parce que je sais que mon premier article ne va pas être le meilleur ». Dans un autre type d'acceptation, VHF et BW ont souligné certaines difficultés liées à l'apprentissage de l'anglais et, à cet effet, ont précisé que l'anglais scientifique est plus direct et exige une syntaxe et un vocabulaire moins compliqués que l'anglais littéraire. Comme exemple de simplification de l'anglais, je pointe les propos de DL, de langue maternelle anglaise, qui simplifie son discours en réponse aux questions de l'auditoire durant la conférence GPP (voir section 5.3.5).

Enfin, le travail identitaire d'affirmation consiste à expliciter les points positifs à l'apprentissage et à la maîtrise de l'anglais. Ainsi, ELP qui est bilingue depuis l'enfance, a mis de l'avant la valeur de la collaboration scientifique et en soutenant qu'il est possible de s'appuyer sur l'entraide de la communauté scientifique pour corriger ses fautes.

Tu peux écrire comme un pied en anglais ce n'est pas grave en autant que tes résultats ont de l'allure. Les gens vont te les corriger. Je ne pense pas que ça va faire que tu es meilleur sur ta carrière.

DH, MEV et KD ont insisté sur les avantages de maîtriser plusieurs langues. « Le fait d’avoir une autre langue, c’est quelque chose qui donne peut-être une vision différente sur le monde. [...] Donc, je le vois vraiment comme un atout » (DH). MEV mentionne qu’apprendre une nouvelle langue « te fais développer une partie du cerveau que tu ne développerais pas autrement ». KD a souligné que même les unilingues anglophones devraient apprendre diverses langues : « Donc, ce n’est pas un désavantage, c’est une qualité en fait. C’est un atout qu’on ait de parler français. Mais, c’est un devoir d’apprendre à parler les autres langues aussi. »

Dans certaines entrevues, la question de la langue s’est mutée dans une discussion sur les occasions sociales qui sont accessibles ou non. En particulier, la réussite académique en sciences – qui implique un apprentissage de l’anglais – n’est pas seulement lié à la volonté personnelle, mais s’inscrit dans une matrice identitaire liée aux statuts socio-économiques (Fils-Aimé, 2011). Autrement dit, l’apprentissage de l’anglais s’ajoute aux autres occasions accessibles ou non selon le milieu qui favorisent la réussite tout comme l’initiation parascolaire aux sciences (souvent moindre pour les jeunes filles) ou le choix de cursus scolaire (programme enrichi ou non) (Kamanzi et Maroy, 2017)<sup>19</sup>. Dans les propos qui précèdent, l’environnement social ressort alors que les cours d’anglais sont dits de moindre qualité en région plutôt qu’à Montréal. Aussi, à un certain moment de la discussion, ELP a reconnu ses privilèges associés à la maîtrise de l’anglais.

Dans le sens, moi je viens d’un background qui est quand même très riche, puis très éduqué. On m’a tout le temps appris que d’apprendre l’anglais était important. Puis, je parle anglais comme si c’était ma langue maternelle.

Plusieurs membres du comité pouvaient adhérer à l’idée que la maîtrise précoce de l’anglais pouvait être un avantage en physique, mais selon certaines limites. Pour BW, l’avantage est tellement petit qu’il l’a comparé à des « epsilons » soit un nombre extrêmement près de 0. DH a reconnu la facilité au niveau des communications orales et écrites en sciences, mais mentionne surtout certains désavantages de ne pas maîtriser plusieurs langues dont une carence dans « une vision différente sur le monde ». Pour sa part, MS a distingué les études au baccalauréat qui peuvent se dérouler en français des études de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles. Aussi, concernant les études de 3<sup>e</sup> cycle et les emplois en recherche en milieu universitaire, MS a remis en question la nécessaire mobilité internationale dans la carrière scientifique

Je dirais que je suis en accord, en désaccord pour le baccalauréat. Parce que l’Université de Montréal est capable d’offrir des études en français. Mais même

---

19. Il y a un parallèle intéressant à faire avec l’étude de Karine Vieux-Fort (2019) sur les raisons qui poussent des étudiants et étudiantes francophones à s’inscrire dans des cégeps anglophones. En particulier les narratives associées au choix stratégique s’arriment aux propos de XP concernant les personnes qui se sont tirées dans le pied. Le choix du développement personnel se retrouve dans la description de l’accomplissement face à l’apprentissage de l’anglais ainsi que dans le désir d’ouverture sur les autres cultures.

là, tous les manuels sont en anglais. [...] Puis, je pense que à la maîtrise, puis au doc, ça devient un problème important. Je pense qu'il y a quand même une bonne campagne de publicité qui est faite par l'Université de Montréal comme quoi les études en français c'est possible. [...]

Il faudrait favoriser aussi le fait qu'en physique tu n'es pas obligé de t'expatrier. Tu n'es pas obligé d'aller travailler ailleurs, d'aller travailler aux États-Unis. D'aller faire ton doc en Angleterre. Il y a des possibilités ici au Québec. Je pense que ça serait important entre autres pour favoriser les études en français et de pouvoir publier en français. Je pense que ça ouvrirait la physique à plus de gens, ça ferait un peu moins peur à certaines personnes parce que des fois tu entends des commentaires que pour eux l'idée de la physique c'est Einstein puis Stephen Hawking. Donc, des études en français ça ouvrirait la porte à plus de gens.

Implicitement et explicitement, le Département demande que les étudiantes et les étudiants soient fonctionnels en anglais dès l'entrée au baccalauréat. Si ce n'est pas le cas, l'apprentissage s'effectue par la lecture des manuels en anglais (au baccalauréat) ou les communications en anglais dans les conférences et activités des groupes de recherche (au 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycle). À cet effet, VHF commente :

Je pense qu'il y a des questions intéressantes à se poser sur comment on accompagne nos étudiants là-dedans. On a tendance à prendre pour acquis que soit les gens parlent déjà l'anglais ou vont l'apprendre par magie. Puis là-dessus je crois qu'il y a une réflexion intéressante à faire comme département, comme institution d'enseignement, comme enseignant, comme professeur. À se dire : « Qu'est-ce qu'on donne comme outils à nos étudiants ? » De un pour ne pas les surprendre avec ces exigences-là. Puis à les aider à juste avoir les bons outils pour évoluer.

En conclusion, je note plusieurs similarités entre l'identité linguistique et l'identité de parent vue à la sous-section précédente. Tout comme pour la langue, pour plusieurs membres du comité D-PHY le stade de parentalité n'est pas un attribut intrinsèque comme le sont le genre, l'orientation sexuelle, et l'appartenance ethnique. On ne naît pas parent, on « choisit » de le devenir. De la même manière, parler anglais est un choix stratégique ou encore, un développement personnel « facilement » atteignable. Autrement dit, il y a un pouvoir d'action de la part de l'individu. Comme le relate DH, parent de jeunes enfants, le nombre d'heures consacré à ses enfants versus le travail est un choix personnel : « En tant que professeure en physique, je pourrais facilement travailler vraiment plus. Passer mes soirées ici. Mais c'est un choix que je fais ». Pour l'anglais, il y a l'action d'apprendre pour lesquelles de nombreuses ressources existent et l'accès à de l'aide par la communauté pour améliorer ses compétences notamment dans la rédaction d'articles.



### 6.2.3. L'identité collective du comité D-PHY

Si les membres du comité font à titre personnel un travail identitaire, la manière dont le comité D-PHY s'est forgé une identité collective est aussi le fruit d'un travail identitaire intense (Gioia et al., 2013). Le comité D-PHY ayant été étudié dès son instauration, pour analyser la formation de son identité collective, je m'inspire du modèle théorique de formation de l'identité organisationnelle de Gioia et al. (2010) qui consiste en une séquence de quatre phases (articuler une vision, expérimenter le vide de sens, faire intervenir le contraste expérientiel, converger vers une identité consensuelle) et de thèmes qui surviennent à travers ces phases (négocier les affirmations identitaires, atteindre le caractère distinct optimal, performer des actions liminales, assimiler des rétroactions de soutien).

Le comité D-PHY s'inscrit dans le mouvement émergent. En effet, lors de son instauration, il y avait peu de « manuels » (rapports, conférences, ateliers, plans d'action ÉDI, etc.) qui proposaient des mesures concrètes pour améliorer le climat organisationnel et surtout, ces derniers étaient méconnus de la population départementale. Pour arriver à l'action, il a fallu un énoncé de vision, un mandat dans ce cas-ci, rédigé par les fondatrices. Les fondatrices ont aussi implanté certaines valeurs et pratiques nécessaires au fonctionnement du comité. En tant que cofondatrice, durant le phase d'expérimentation (section 6.2.1), j'ai organisé plusieurs activités provisoires qui ont donné matière à définir ce qui serait retenu ou non comme activités récurrentes du comité. Aussi, comme le soulignent MS et KD, la présidente a offert dès le départ une place importante aux initiatives en particulier celles des étudiants et étudiantes. Au cours des années qui ont suivi, j'ai réitéré l'importance des initiatives personnelles notamment à travers mon identité de facilitatrice. Ainsi, en créant un mandat et en mettant de l'avant certaines valeurs et pratiques, ma collègue et moi avons généré – selon les termes de Hannan et al. (2006) – une épure (*blueprint*) soit un élément central de l'identité collective d'une organisation en formation.

Pour que le comité ait du succès et recrute des membres, il a fallu que les fondatrices permettent aux membres de s'approprier cette identité collective. Cela s'est fait, d'une part, par le choix du nom de comité. En choisissant le mot diversité, le protocomité visait à affirmer que ce n'était pas un comité de femmes en sciences, et qu'il allait aborder quelque chose de plus large (mais sans être nécessairement clair et figé à ce moment-là). En fait, comme développé à la section 6.1.4, il y a eu par la suite de nombreuses négociations sur ce qui constitue un « enjeu de diversité » ainsi que les thèmes à prioriser par le comité (Atewologun, 2014). D'autre part, pour faire face à un certain vide en termes de comités similaires ou de ressources claires en diversité et inclusion pour les milieux scientifiques universitaires, les membres ont entamé un processus d'autoéducation. Autrement dit, les membres se sont bâti une expertise

« de façon plus ou moins organique » (VHF). Pour ce faire, chaque membre collecte individuellement des « miettes de connaissances » et se réfère aussi à « son bagage ». Dans leur quotidien, toutes et tous surveillent ce qui se fait au Département et internationalement sur les enjeux de diversité.

Le comité suit une direction libre et codifiée. Les discours canalisent les savoirs individuels et les font circuler dans les réseaux de communication collectifs. Pour que les discours existent, il doit y avoir des occasions, des lieux ou des périodes de temps. C'est lorsque les miettes de connaissances sont mises en commun que le comité construit ses savoirs. En fait, puisqu'au moment de son instauration les comités de diversité et d'inclusion en sciences étaient relativement récents ou rares, plusieurs membres ne pouvaient pas s'appuyer sur des expériences précédentes. D'autres membres ont alors puisé dans leurs expériences de militantisme étudiant au collégial pour forger des propositions d'initiatives. Autrement dit, personne ne peut tout connaître et c'est à partir d'interactions que les parcelles de savoirs se propagent. Enfin, pour se forger une identité collective, à ses débuts, le comité a été en constante réévaluation. En réunion, les membres évaluaient une proposition, s'imaginaient la réponse du Département, faisaient des suggestions basées sur des expériences précédentes. Une fois instaurée, l'activité était réévaluée. Cette manière de procéder a ainsi créé quelques activités rodées et qui sont maintenant répétées périodiquement comme les conférences départementales D-PHY et l'atelier effectué dans le cours d'introduction aux disciplines de la physique.

À travers ce processus de formation, le comité s'est créé son propre espace et son identité propre selon une négociation à travers les perspectives individuelles et les buts partagés par ses membres. D'une part, les membres du comité puisent dans leur vécu pour proposer des projets ou activités. D'autre part, les membres du comité aspirent créer un ensemble cohérent d'actions qui amélioreront le climat organisationnel à long terme. Autrement dit, les projets et activités sont proposées de manière spontanée selon les intérêts individuels des membres, ensuite, le comité y réfléchit et tente de l'intégrer dans une action coordonnée. Peu importe d'où émergent les différences de perspectives, celles-ci sont vues comme une richesse qui assure la force du comité.

[Dans l'action que nous avons menée,] j'avais plus l'aspect professeur, je pouvais parler plus aux profs du Département, faire avancer les choses un peu plus vite, toi t'avais l'expertise et la motivation de faire vraiment une différence. [...] Je pense que c'est bien d'avoir la combinaison des deux. [...] Il y a énormément d'étudiants et d'autres profs super motivés à faire une différence. On est vraiment une équipe. C'est comme ça qu'on avance. C'est comme ça qu'on fait autant de choses. (DH)

Dès lors, la manière générale dont le comité s'est forgé et fonctionne témoigne d'une ouverture d'esprit, d'un accueil à une diversité, d'une disponibilité à l'inattendu et d'une importance aux relations équitables entre les divers acteurs. En fait, le comité s'inscrit dans la culture organisationnelle départementale, mais en même temps comporte des valeurs et pratiques qui lui sont propres. Aussi, le comité D-PHY forme des individus réflexifs qui se questionnent et étendent leur perspective sur les enjeux de diversité et d'inclusion. En fait, le comité D-PHY comporte plusieurs caractéristiques du tiers espace (Bazin, 2013). Le tiers espace est « une grille de lecture pour comprendre les mouvements émergents, c'est-à-dire des mouvements qui s'inscrivent entre une forme instituante et instituée, autodidacte et académique, libre et codifiée » (Bazin, 2013, p. 1). Le comité D-PHY est en constante mutation. Selon les intérêts des membres, de nouveaux projets sont proposés et d'autres sont laissés en pan. De plus, lorsque le comité agit, il adopte des approches du tiers espace qui réfèrent à la dynamique de groupe, la formation, l'incubation d'initiatives et le centre de ressource (Bazin, 2013). Le comité D-PHY pose de nouveaux repères sur la manière de construire l'identité. Le comité D-PHY amène une mise en mouvement et propose des solutions. Alors que la mission de sensibiliser est relativement unanime, l'objet « diversité » reste ambigu et fortement délimité par les intérêts des membres.

Selon Gioia et al. (2013), l'identité d'une organisation se construit à partir de ressources internes et d'influences externes. En premier lieu, les ressources internes sont les valeurs et opinions des personnes fondatrices, les expériences passées des membres et les trames narratives organisationnelles (Gioia et al., 2010; Kroezen et Heugens, 2012; Wertsch, 2012). Comme présenté ici, l'identité du comité D-PHY reflète grandement l'épure des fondatrices, ce qui a créé à quelques reprises des tensions et a agi comme processus de sélection implicite des membres du comité. En second lieu, les influences externes consistent dans l'imitation d'organisations existantes et le contexte institutionnel (Labianca et al., 2001; Czarniawska et Wolff, 1998; Clegg et al., 2007; Glynn et Abzug, 2002). Alors que les possibilités d'imitation étaient restreintes au moment de sa formation, le comité D-PHY a obtenu un appui départemental fort. En effet, selon Baker et Lucas (2017), les personnes LGBTQ+ qui protègent leur dignité – en agissant comme agent de changement en créant de nouveaux espaces sûrs pour leur propre personne et pour les autres membres des communautés LGBTQ+ – y parviennent parce que le milieu est suffisamment ouvert. Autrement dit, le fait que le comité D-PHY devienne un agent de changement témoigne de l'influence institutionnelle positive qu'a obtenue le comité au cours de la formation de son identité collective.

#### 6.2.4. Le travail identitaire au regard de la communauté départementale

Pour que le comité soit un agent de changement, il faut que son discours résonne dans la communauté départementale. Autrement dit, une forte adoption des principes de diversité et d'inclusion ainsi qu'un changement de comportement des membres du Département nécessite plusieurs changements en profondeur qui peuvent impliquer du travail identitaire. En effet, pour faire rendre compte de certaines situations problématiques, le comité D-PHY propage des stimuli comme des notions relatives au climat organisationnel ou encore, des statistiques locales et nationales de sous-représentation par le biais des conférences départementales ou le cours d'introduction aux disciplines de la physique.

Le comité D-PHY crée des occasions de travail identitaire départemental dans les espaces de discussion qu'il met en place (comme le midi-discussion). Partager son expérience peut faire partie d'un processus de travail identitaire, d'une part, pour les personnes qui explicitent certains biais qu'elles ont vécus (expériences stéréotypées avec des orienteuses de carrière), des personnes qui énoncent à voix haute ne pas avoir été au courant de ces enjeux, ou qui (dans une activité sur la masculinité) réinterprètent certains de leurs comportements (comme pleurer). Les membres du comité D-PHY soulignent que tout le monde a des biais, et conséquemment la possibilité d'entamer un processus d'autoréflexion dans l'espoir où cette autoréflexion amène un changement de comportement.

De par son existence même, le comité D-PHY veille à consolider les changements de comportement. Le comité a entamé quelques actions visant à inscrire dans les structures du Département les comportements à privilégier et à proscrire, comme dans le Guide d'éthique départemental. L'effet « sentinelle » du comité consiste aussi à rester alerte quant aux divers enjeux et à prendre le pouls de la population départementale. En somme, le fait de pouvoir baliser les comportements des individus révèle la grande latitude du comité en termes de travail identitaire rendu possible grâce à l'appui de l'administration départementale. Le comité parvient aussi à déplacer la contrainte identitaire souvent associée aux personnes marginalisées (qui limitent leur expression identitaire) vers l'ensemble de la communauté départementale (qui doivent limiter l'expression de comportements non-inclusifs).

Bien que le comité ait une grande latitude, ce ne sont pas toutes les tentatives d'actions qui arrivent à un résultat. Il y a une tension entre les idéaux de diversité et d'inclusion et certaines valeurs profondément ancrées dans la culture universitaire, telles que l'excellence ou l'innovation (Fines-Neuschild et Pulido, 2021)<sup>20</sup>. Alors qu'un des projets du comité D-PHY

---

20. Cela corrobore avec les observations de Hoffman et Mitchell (2016) selon lesquelles l'activisme étudiant arrive à un meilleur résultat lorsqu'il est en accord avec des valeurs traditionnelles de l'université comme l'excellence ou l'innovation.

propose une liste de physiciennes à intégrer dans les manuels utilisés pour les cours de cégeps, le comité D-PHY évite de se prononcer sur la représentation des physiciennes dans les cours offerts au sein même du Département. Aussi, alors que plusieurs membres du corps professoral soulignent l'importance de la diversité en physique, ils et elles refusent qu'un comité se charge d'appliquer cette valeur dans la construction du calendrier des conférences départementales. Autrement dit, bien qu'il y ait un désir de diversifier les profils de physiciens et physiciennes mis de l'avant, il est plus ardu de mettre ces valeurs en application puisque celles-ci entrent en conflit avec la valeur de l'autonomie du corps professoral notamment dans les choix pédagogiques ou dans l'utilisation des subventions de recherche (pour les conférences). En somme, certains aspects identitaires collectifs du Département sont profondément ancrés et vont nécessiter un deuxième effort de prise de conscience<sup>21</sup>.

### 6.2.5. Conclusion partielle

Dans ce chapitre j'ai décrit l'instauration, la mission, le fonctionnement, les initiatives et thèmes abordés ainsi que les retombées du comité Diversité Physique. Ensuite, j'ai développé des liens entre les actions du comité et le travail identitaire généré au sein des membres et de moi-même. Par la suite, j'ai analysé l'identité collective du comité D-PHY. Le comité se situe au croisement de plusieurs perspectives de la culture organisationnelle départementale. Ces divers points de vue interagissent entre eux. Notamment, le comité D-PHY génère énormément de travail identitaire en formant des individus (auto)réflexifs (6.2.2) qui teintent le milieu départemental (6.2.4). Je constate que le comité D-PHY affecte somme toute positivement autant ses membres que la communauté départementale. Dans le prochain chapitre, la conclusion de cette thèse présente mes transitions identitaires dans l'appartenance aux disciplines de la physique et de la communication.

---

21. On entre ici dans le domaine des théories du changement organisationnel où on y distingue les changements de premier et de second ordre. Voir en particulier ces études ciblant le milieu universitaire (Kezar, 2014) et STIM (Kezar et al., 2015).



## Conclusion

---

*My feminist training has taught me that science is a socially constructed artifact of human culture. My scientific training has taught me that science is an empirically based and theoretically constructed description of the natural world. It is important to understand both sides of this picture, to see that physics is a socially constructed project that is strongly constrained (though not determined) by the natural world.*

Barbara L. Whitten, 2012

À travers mon parcours doctoral, j'ai observé et expérimenté diverses formes de négociations identitaires. En tant que femme en physique, j'ai commencé par réfléchir sur les aspects, causes et conséquences associées à la sous-représentation des femmes et au manque de diversité et d'inclusion dans la communauté scientifique. Ensuite, j'ai proposé d'étudier de quelles façons les manifestations de travail identitaire dans les interactions sociales façonnent la construction identitaire et l'appartenance au milieu au regard des enjeux de diversité et d'inclusion dans un Département universitaire de physique. Pour ce faire, j'ai construit comme cadre conceptuel une approche communicationnelle qui s'articule autour du travail identitaire externe (en relation avec l'environnement) et interne (cognitif). J'ai opté comme approche méthodologique pour l'ethnographie « chez soi » qui s'applique particulièrement bien à ma situation (physicienne voulant étudier son Département) et à mes visées empiriques (étude qualitative exploratoire et descriptive) pour cibler trois contextes qui me semblaient particulièrement générateurs de travail identitaire. Premièrement, j'ai détaillé les valeurs communes et la construction identitaire au Département de physique et me suis positionnée par rapport à celles-ci. Deuxièmement, j'ai revisité mon travail de recherche en physique des particules ce qui m'a permis d'entamer un processus de réparation identitaire. Troisièmement, j'ai scruté

mon implication dans le comité Diversité physique à travers laquelle je me suis affirmée dans une identité de spécialiste en diversité et inclusion.

À travers ce parcours réflexif, je me suis approprié plusieurs éléments de l'identité de chercheuse en communication et j'ai renégocié mon identité de physicienne. Cela dit, je doute encore souvent de mon appartenance à la physique et, en même temps, je ne me suis pas complètement identifiée à la communauté du Département de communication. Ainsi, j'aborde une dernière fois mes négociations identitaires, cette fois en lien avec l'identification aux disciplines de physique et de communication. Par la suite, j'énonce les contributions de la thèse, les limites à la recherche ainsi que certaines pistes de recherches.

Au début de mon parcours doctoral, j'ai forgé une identité d'étudiante-chercheuse en interaction avec mes environnements disciplinaires en physique et communication où j'ai ressenti des stimuli parfois contradictoires. En physique, plusieurs professeurs m'ont identifié comme une potentielle « Latour en devenir », alors qu'en communication, mes collègues projetaient sur moi l'identité de positiviste. Comment pouvais-je générer un sens de ces deux identités en même temps ? C'est venu en partie d'une réponse à ces nombreuses personnes qui me questionnaient sur la faisabilité et la possible conciliation disciplinaire d'un doctorat en physique et communication. À cela, je répondais à la blague : « Cela consiste essentiellement à gérer un dédoublement de personnalité. » Par exemple, sur ma diapositive d'introduction à mon examen de synthèse doctoral effectué en 2015, j'ai emprunté à Nora Shepley sa peinture intitulée *Picasso Two Face* représentant une femme sur un fond de damier, portant un col roulé brun, dont la moitié du visage en vert est de profil et l'autre moitié du visage jaune-rouge est de face et, ce faisant, les yeux pointent dans deux directions (voir annexe E). J'ai nommé cette coexistence identitaire simultanée la « dualité ethnographe-physicienne » qui rappelle la dualité onde-particule de la mécanique quantique.

Alors qu'au XIX<sup>e</sup> siècle, les ondes et les particules étaient décrites comme des phénomènes distincts et incompatibles, selon la théorie quantique développée au début du XX<sup>e</sup> siècle, il en a été convenu qu'une particule a aussi un comportement ondulatoire. Aussi, plus récemment, des recherches sur des particules et atomes très froids (des condensats de Bose-Einstein) ont montré que, dans ces conditions, les comportements corpusculaires et ondulatoires sont à la fois présents (LeBlanc, 2019; 2015).

J'ai conservé l'identification à « la dualité ethnographe-physicienne » jusqu'à la fin. Je considère que cette métaphore représente bien la complexité de mes négociations identitaires. En effet, au cours de mes dernières années de recherche doctorales, mes identités d'ethnographe et de physicienne se sont mélangées et je ne les distingue plus. Comme l'a dit Maalouf :



« l'identité d'une personne [...] c'est un dessin sur une peau tendue ; qu'une seule appartenance soit touchée, et c'est toute la personne qui vibre » (1997, p. 36). Je maintiens mon identification à la métaphore de la dualité onde-particule/ethnographe-physicienne en particulier grâce à l'ancrage de sens en physique. En physique quantique en particulier, le mot dualité réfère à quelque chose de plus complexe et plus fluide que le « caractère de ce qui est double en soi ou composé de deux éléments de nature différente » (Larousse).

En commençant et terminant un programme de doctorat individualisé en physique et communication, j'ai généré un important travail identitaire liminal (Beech, 2011). J'ai mobilisé des tactiques de défense et d'évolutions identitaires afin de comprendre les identités impliquées et ainsi, accéder à des comportements présumément incompatibles avec l'identité de physicienne (Burellier, 2011). Verbalisé comme un dédoublement de personnalité, j'ai mélangé et superposé deux facettes identitaires pour ensuite les recombinaisonner et former ainsi un seul espace personnel. C'est ce que Lam (2019) identifie comme un travail identitaire hybride d'intégration, d'ambivalence ou d'asymétrie. Caractéristique des transitions en début de carrière, le travail identitaire d'intégration mobilise deux identités – dites polarisées – où l'individu doit passer de l'une à l'autre, ou encore, tente de s'inscrire entre les deux. Tout comme le remarque Lam (2019), il m'est important de valider mon caractère hybride et obtenir une légitimité dans les deux domaines : cela se reflète à même l'écriture de cette thèse qui combine les disciplines de physique et de communication et où j'insère à l'occasion des boîtes bleues pour faire le pont des savoirs communs à la discipline. Sur un autre aspect du travail identitaire liminal, je me suis reconnue dans les trames narratives de Rita et Minna qui revisitent leur parcours doctoral, une ethnographie « chez soi ». (Järventie-Thesleff et al., 2016). À travers ce texte, je me suis revue dans mes premières sessions au doctorat à emprunter les notions et méthodes des sciences sociales pour les appliquer dans le but de favoriser l'essor du comité D-PHY (rôle de conformiste). Puis, je me suis remémorée l'expérience initiale de la parentalité conjointe à l'écriture du projet de thèse. Je n'avais plus de repère et je me sentais distante des deux disciplines (rôle de sceptique). À la fin du parcours doctoral, je me suis affichée dans une identité de spécialiste en diversité et inclusion désirant poursuivre la recherche et l'implication dans le milieu universitaire (rôle de critique). En somme, dans ce parcours de négociations, j'ai construit et projeté de nombreuses facettes identitaires (étudiante, parent, physicienne, militante, etc.), considéré les points de vue des autres et interrogé le soi (réparation de l'identité de physicienne) et réagi à une identité projetée sur soi (celle de spécialiste en diversité et inclusion) (Beech, 2011).

Je partage une dernière autoréflexion quant à mon parcours, question de présenter une trame narrative cohérente signe d'une transition identitaire réussie (Ibarra et Barbulescu, 2010). Je suis entrée en physique parce que j'adhérais aux quatre attitudes pour les sciences et

technologies et j'excellais dans mes cours de physique au secondaire et au cégep (Klopfer, 1971; Hazari et al., 2010). L'intégration dans le Département de physique s'est bien déroulée. D'une part, j'ai adopté des valeurs et pratiques masculines et j'ai renforcé mes perceptions stéréotypées en me distinguant des « vraies filles » (Marlow et McAdam, 2015; Jorgenson, 2002; Gagne, 2016). D'autre part, performer un code vestimentaire masculin m'était et m'est plutôt naturel et sécurisant. Ainsi, par mon habillement, j'ai dégagé un sentiment de neutralité sexuelle, de performance, et de professionnalisme (Omair, 2009; Knorr Cetina, 1999) jusqu'au moment de ma grossesse, où, à ce moment-là, je ne pouvais même pas user de camouflage vestimentaire (Rumens et Kerfoot, 2009; Gonsalves, 2014). Il a fallu que je creuse profondément dans ma construction identitaire pour me rendre compte de ces éléments implicites qui m' affectaient. En effet, à la maîtrise, j'ai vécu beaucoup d'anxiété et de souffrance qui sont des symptômes d'un environnement défavorable et marginalisant (Ramjattan, 2014; Hilde, 2013). C'est en m'inscrivant au doctorat individualisé en physique et communication que j'ai commencé à assumer une certaine partie de ma différence. Par la suite, j'ai tenté de me construire une identité positive à travers l'expérience de la parentalité, de l'engagement dans la discipline de la communication et mon expérience à l'ICTP. J'ai pu mettre des mots sur mon vécu : négociation, évitement et rejet identitaire (Berger et al., 2017).

Alors que je communique à la fois sur des recherches en physique et en communication, le séminaire GPP fait ressortir mes identités duales et les zones de tension entre elles (chapitre 5). Par mes propos, j'ai choisi de renforcer certaines valeurs et pratiques afin de m'identifier publiquement au GPP et à la physique. Quand j'ai effectué et relu la retranscription de l'entrevue, j'ai vécu un conflit identitaire : « Suis-je en train de m'exclure ? » Alors que dans l'ensemble du parcours doctoral, j'avais vu mon interdisciplinarité comme quelque chose d'innovant et d'audacieux, dans ces moments, je me suis sentie tiraillée et isolée dans mon identité disciplinaire. Face à ce cul-de-sac, je me suis dit qu'il devait certainement y avoir autre chose que deux identités duales pour concilier les cultures disciplinaires associées à la physique et à la communication. Poussant l'analyse d'un cran, j'ai reconnu et accepté l'existence de la souffrance associée à entrer dans le moule et je me suis identifiée au syndrome de l'imposteur (Vaughn et al., 2020; Clance et Imes, 1978). Même si mes tergiversations identitaires sont encore parfois douloureuses, il s'agit d'un processus de réparation identitaire duquel je sors avec un sentiment de meilleur contrôle de mon acceptation identitaire (Lutgen-Sandvik, 2008). Ainsi, j'arrive à me sentir (profondément) mieux et aussi mieux soutenir mes collègues et amies physiciennes (Di Tullio, 2019).

En fait, je ne peux parler de ce cheminement identitaire sans mentionner la place centrale du comité D-PHY. Ce comité m'a permis d'expérimenter, d'exercer du leadership et assumer mon expertise (Boudreau et al., 2014). D'une part, j'ai senti l'importance de la coopération

entre les membres du corps enseignant et de la communauté étudiante autant dans le fonctionnement du comité D-PHY que dans ma construction identitaire en tant que spécialiste en diversité et inclusion. Par cette coopération, j'ai appris à : définir des stratégies, diversifier les approches pour la sensibilisation, apprendre comment le système fonctionne (les relations de pouvoir), comprendre la médiation et la négociation, utiliser les données pour influencer la prise de décision (Kezar et Maxey, 2014). Bien que ça n'a pas été abordé explicitement dans mes travaux, j'espère que l'apprentissage est mutuel, c'est-à-dire que les professeurs et professeures qui s'impliquent dans le comité D-PHY développent une sensibilité et un intérêt pour les expertises étudiantes. D'autre part, mon implication dans le comité D-PHY m'a fait réfléchir sur le choix du mot diversité. Ainsi, les identifications et positionnements qui peuvent être intégrés dans le terme diversité sont larges. Knights et Clarke (2013) en recensent douze : l'âge, la culture, l'ethnie, la race, la nation, la langue, la religion, les forces et faiblesses mentales et physiques, le genre ainsi que les orientations et identifications sexuelles. Selon mon interprétation longuement réfléchie, la diversité reste en fait ambiguë et je l'emploie comme « un levier de changement stratégique » (Péruvien et Barth, 2016, p. 266). Alors que je m'identifie à une spécialiste pour favoriser la diversité et l'inclusion dans les milieux scientifiques, la réflexion autour du sens associé au mot diversité fait intervenir mon identité de rôle.

Dans ce qui suit, j'énonce les contributions aux savoirs de cette thèse. Sur le plan empirique, je reprends un domaine abondamment étudié, les études de laboratoires, que j'aborde selon une nouvelle perspective : il s'agit à ma connaissance de la seule ethnographie de milieu scientifique effectuée par une physicienne. Alors que les nombreuses études de laboratoires déjà réalisées depuis cinquante ans ont permis de voir comment s'effectue la science de l'intérieur, j'estime aller encore plus loin. Je présente des processus situés à l'intérieur même des individus qui contribuent aux savoirs scientifiques, plus précisément, à travers des facettes identitaires historiquement peu mises de l'avant. Sur un autre domaine abondamment étudié, soit la sous-représentation des femmes en sciences, mes observations s'ajoutent aux multiples preuves des mécanismes qui contribuent, encore aujourd'hui, à l'exclusion en sciences et en physique d'individus de groupes historiquement marginalisés. Surtout, j'emploie une démarche méthodologique assez novatrice pour le sujet : le texte généré s'inspire de l'ethnographie rehaussée (Humphreys et Watson, 2009), narrative (Neyland, 2008) et confessionnelle (Van Maanen, 1988). Autre contribution empirique, l'expérience de la parentalité en cours de doctorat m'amène à renégocier profondément mon identité de physicienne : j'ai été l'une des seules dans mon Département de physique dans cette situation alors que la situation est plus fréquente et plus étudiée dans d'autres disciplines universitaires (Tanguay, 2014). Dans l'intersection de plusieurs facettes identitaires, mes observations explicitent comment, dans un climat donné, la confiance en ses habiletés peut s'effondrer puis se reconstruire

(Atewologun et al., 2016; Corlett et Mavin, 2014). Aussi, mes observations explicitent en quoi les étudiants et étudiantes qui complètent un baccalauréat en physique sont imbibés par une culture départementale qui laisse plusieurs zones d’ombre quant à la diversité et à l’inclusion dans les milieux scientifiques : la physique hors occident, les physiciennes du panthéon de la physique, l’importance du personnel départemental dans l’exécution de la science, les biais quant à la notion d’excellence, la réflexivité, le lien entre la physique et les enjeux sociaux actuels, etc. Enfin, dans une trame narrative d’émancipation face à un *boys club* (Delvaux, 2019), mes observations soulignent l’importance des comités de réflexion sur la diversité et l’inclusion à même les unités départementales et les groupes de recherches.

Sur le plan conceptuel, j’ai exposé divers types de travail identitaire (individuel, de rôle, collectif) selon plusieurs types de manifestations (cognitives, discursives, comportementales, physiques). Dans la revue de littérature, j’ai recensé de multiples études décrivant le travail identitaire comme une négociation avec les images stéréotypées du milieu et comme une relation avec l’environnement. Dans cette recension, un ensemble restreint d’études abordent le travail identitaire à travers l’analyse de journal de bord ou de manière auto-ethnographique. Mes passages auto-ethnographiques (sections 4.2.2, 5.4, 6.2.1) apportent des pistes intéressantes qui peuvent compléter le modèle de travail identitaire dialogique proposé par Beech (2008). Alors que Beech présente le processus de travail identitaire dans une succession d’aspects « stimuli, réponse, action dialogique et impact sur la construction identitaire » (2008, p. 57), j’ai plutôt observé de nombreux aller-retour entre ces aspects. Autrement dit, sur une longue période, la « route dialogique » que décrit Beech, je l’ai expérimentée tel un labyrinthe. Une autre contribution consiste à étendre la notion d’identité telle qu’étudiée dans les sciences de l’éducation et de l’éducation de la physique (*physics education*). À travers ma démarche, je reflète l’importance des discours et trames narratives du quotidien dans la construction du soi et l’appartenance au milieu. Suivre le détail de mon parcours offre des pistes sur de possibles interventions pédagogiques qui favorisent la réussite des étudiantes. En fait, mes observations coïncident avec plusieurs interventions déjà identifiées (Hazari et al., 2010, 2015) tel que : créer un climat en classe accueillant, animer des activités de discussion sur l’inclusion en science, favoriser la reconnaissance et le recrutement direct, etc. Alors que ces stratégies sont mises en pratique – dans un objectif de recrutement – au secondaire (Roti Roti, 2019) et au cégep (Letarte, 2021), ma thèse explicite l’importance d’appliquer et d’étudier l’effet de ces pratiques dans les milieux universitaires et ainsi, agir sur la rétention.

Enfin, sur le plan méthodologique, combiner des recherches en physique et en communication qui ont des positionnements épistémologiques distincts relève de l’exploit. Pour y arriver, à travers la thèse, je mélange des observations et des autoréflexions. Ce faisant, j’assume un positionnement engagé qui me permet de répondre à des exigences personnelles en termes de

contribution à la société et, en même temps, je crée une recherche qui répond aux exigences disciplinaires autant en sciences naturelles qu'en sciences sociales. Tel un manuel méthodologique, ma thèse offre des pistes et des outils aux scientifiques qui voudront intégrer dans leur recherche des réflexions sur la diversité et l'inclusion. Plus largement, ma thèse illustre qu'il est possible, et à mon avis, souhaitable, d'intégrer dans sa recherche (et même en physique théorique) des réflexions sociétales (enjeux de diversité, d'inclusion, environnementaux, de pouvoir, etc.). En particulier pour la nouvelle génération de scientifiques, j'espère contribuer à rendre plus visibles et accessibles les études en sciences et technologies (STS) et les études en féminisme des sciences. Ces domaines ont développé des outils et des pistes de réflexion quant à de multiples enjeux qui concernent les sciences. Enfin, j'inscris ma thèse dans les récentes études engagées à portée sociale, féministe ou décoloniale.

Adopter une approche réflexive consiste à reconnaître ses biais et les limites à la recherche. Dans cette recherche, je n'ai scruté qu'un seul Département de physique et selon ma propre perspective. Cela me permet de creuser le sujet en profondeur, mais j'ai dû porter une attention particulière à intégrer diverses voix et perspectives dans le texte et à accepter certaines limites à cette recherche. Conséquemment, cette recherche doctorale est particulièrement teintée par mes propres biais. Premièrement, je suis une femme blanche et donc, mon récit ethnographique – centré autour de mes observations et expériences – ne témoigne pas des réalités vécues par les physiciennes de groupes racisés. De plus, j'ai limité mon récit aux identités personnelles de genre et de parentalité. En effet, il y a certaines identités que j'ai choisi de garder à l'arrière-plan soit parce que l'environnement ne les mettait pas en évidence ou parce que je n'étais pas à l'aise de les dévoiler publiquement. Par exemple, étant dans un milieu qui me connaissait déjà, je n'ai pas discuté de mon nom, facette identitaire saillante. Au Québec, « Mirjam Fines-Neuschild » est rarement prononcé correctement, ce qui m'oblige souvent à le justifier et surtout, à dévoiler des notions personnelles inutiles au contexte (non ce n'est pas une erreur, c'est l'orthographe danoise). Deuxièmement, quant aux identités de rôles, j'ai mis dans cette thèse l'emphase sur la perspective de l'étudiante et plus particulièrement de l'étudiante ayant débuté son baccalauréat en 2009. D'une part, la configuration des lieux du Département de physique de l'Université de Montréal a complètement changé en 2019 à cause d'un déménagement de campus. D'autre part, depuis 2014, il y a eu plusieurs transformations sociales majeures portées par des mouvements sur les médias sociaux (#Moiaussi, *Black Lives Matter*) et une pandémie mondiale qui a redéfini l'espace social.

En plus des limites empiriques, j'ai des limites aux possibles contributions théoriques de cette thèse. En effectuant un saut de la physique aux études individualisées en physique et communication, j'ai dû surmonter de nombreuses lacunes disciplinaires en communication

dont l'analyse de texte et la qualité de l'écriture (en physique « tu peux écrire comme un pied en anglais ce n'est pas grave en autant que tes résultats ont de l'allure » (ELP)). Aussi, en physique, le cadre conceptuel est implicite et imposé : il ne se discute pas. J'ai pris plusieurs années à maîtriser la notion de cadre conceptuel et j'ai donc construit le cadre d'analyse final vers la fin du parcours doctoral, c'est-à-dire, après avoir effectué la majorité de mon terrain. Je reconnais avoir bifurqué de l'ordre d'accomplissement habituel ce qui peut avoir des répercussions sur les contributions théoriques. De surcroît, j'ai dû composer avec les épistémologies dominantes en physique et en communication qui ont peu en commun.

Malgré ses limites cette thèse aura et a déjà un impact. Le premier impact se situe à l'échelle personnelle. En attaquant le concept de travail identitaire, j'ai fait de cette thèse un baume qui m'a permis de mieux me comprendre dans ma complexité et dans mes rapports avec mes environnements en particulier celui de la physique. Aussi, à travers ce parcours doctoral, je suis restée authentique et j'ai agi selon mes valeurs, en particulier celle de rendre les milieux scientifiques plus inclusifs et réflexifs. Cette thèse aura aussi un impact dans la communauté en physique et dans les communautés de promotion des valeurs d'équité, de diversité et d'inclusion (ÉDI). Plusieurs comités de promotion de l'ÉDI ont déjà vu le jour faisant suite à mes conseils : il y aura maintenant un récit complet qui appuie cette démarche. En détaillant l'instauration et le fonctionnement du comité, j'ai généré un matériel empirique qui offre des possibilités d'analyse dans les modèles de construction identitaire des organisations (Gioia et al., 2013) ainsi que dans les théories de changement organisationnel dans les universités (Kezar, 2014; Kezar et al., 2015).

À travers mon récit centré sur la perspective étudiante, j'ai noté que le corps professoral en sciences et génie doit être sensibilisé aux enjeux de diversité et d'inclusion. Les professeurs et professeures teintent le climat universitaire dans l'enseignement et la recherche à travers : les choix de cursus, l'application de pratiques pédagogiques, les objets de recherche sélectionnés et le mentorat auprès des étudiants et étudiantes de 2e et 3e cycle (Henry et al., 2017). En plus, ils et elles influencent le futur des disciplines à travers l'évaluation dans les cours, les concours de bourses et les processus d'embauche (Fines-Neuschild et Pulido, 2021). Il y a donc lieu d'observer les pratiques d'ÉDI des professeurs et professeures en science et génie dans le contexte d'une communauté de pratique visant à les sensibiliser à suivre les principes de l'ÉDI et ce, concernant l'ensemble de leur tâche professorale.

Le travail identitaire permet de s'identifier, se désidentifier, se projeter dans l'avenir ou se rattacher au passé. Ici, je me projette dans l'avenir en imaginant une recherche en physique (du futur) féministe ancrée dans des valeurs de diversité et d'inclusion. Autrement dit, les principes de diversité et d'inclusion devraient être appliqués autant dans le processus de

recherche que dans toutes les communications entourant le processus de recherche. Le féminisme des données (*data feminism*) s'avère une avenue prometteuse. Éclairée par l'expérience directe, la promesse d'agir, et par la pensée féministe intersectionnelle, le féminisme des données selon D'Ignazio et Klein (2020) est une façon de penser les données dans leurs usages et leurs limites et s'articule à travers sept principes : examiner le pouvoir, contester le pouvoir, promouvoir les émotions et l'incorporation (*embodiment*), repenser les binarités et hiérarchies, adopter le pluralisme, considérer le contexte, rendre le travail visible. Le féminisme des données remet en question la distribution du pouvoir et comment celle-ci peut être changée par les données et en s'inspirant des pratiques en journalisme des données et en science citoyenne (p. ex. Swaminathan, 2019).

Pour conclure, même si dans cette thèse je me suis consacré au domaine de la physique, d'une part, plusieurs mécanismes culturels et enjeux liés à la diversité et l'inclusion sont similaires à ceux observés et étudiés en mathématique, en informatique, en génie, en philosophie et dans de nombreuses disciplines universitaires. D'autre part, j'estime que plusieurs outils quant à la construction identitaire et l'appartenance au milieu en physique et en sciences se trouvent dans le domaine culturel. Combinant ainsi le culturel et l'universitaire, j'offre le mot de la fin au personnage d'Anna de la série télévisée *Mohawks Girls*.

Are we going to explore Native philosophy [or science] at some point? [...]  
All the philosophers [and scientists] in the textbook are white. What about  
the wisdom of my people? or Black people? Or anyone of any colour? [...]  
This is not Caucasian Studies. This is intro to philosophy [and sciences]. That  
should include all philosophy [and sciences]. This is blatant racial inequality.  
Are you blind to that?





## Références bibliographiques

---

- ACP (2021). *Adhésion de membres titulaires*. Association Canadienne de physique. <https://www.cap.ca/fr/adhesion/adhesion-des-physiciens/>
- Alda, A. (2004). The Dark Side of the Universe (saison 14, épisode 5) [documentaire sur la carrière de Vera Rubin]. Dans *Scientific American Frontiers*. Chedd-Angier Production Company. <http://www.chedd-angier.com/frontiers/season14.html>.
- Alvesson, M. (1998). Gender Relations and Identity at Work : A Case Study of Masculinities and Femininities in an Advertising Agency. *Human Relations*, 51(8):969–1005. <https://doi.org/10.1177/001872679805100801>
- Alvesson, M. (2009). At-Home Ethnography : Struggling with Closeness and Closure. Dans Ybema, S., Yanow, D., Wels, H. et Kamsteeg, F. (dir.) : *Organizational Ethnography : Studying the Complexities of Everyday Life*, p. 156–174. SAGE Publications.
- Alvesson, M. et Billing, Y. (2009). *Understanding Gender and Organizations*. 2<sup>e</sup> éd., Sage Publications.
- Alvesson, M., Lee Ashcraft, K. et Thomas, R. (2008). Identity Matters : Reflections on the Construction of Identity Scholarship in Organization Studies. *Organization*, 15(1):5–28. <https://doi.org/10.1177/1350508407084426>
- Alvesson, M. et Willmott, H. (2002). Identity Regulation as Organizational Control : Producing the Appropriate Individual. *Journal of Management Studies*, 39(5):619–644. <https://doi.org/10.1111/1467-6486.00305>
- Anderson, J. A. (1996). *Communication Theory : Epistemological Foundations*. 1<sup>e</sup> éd., The Guilford Press.
- AoPS (2020). *Mathematical convention*. Art of Problem Solving. [https://artofproblemsolving.com/wiki/index.php/Mathematical\\_convention](https://artofproblemsolving.com/wiki/index.php/Mathematical_convention)
- Arvin, M., Tuck, E. et Morrill, A. (2013). Decolonizing Feminism : Challenging Connections between Settler Colonialism and Heteropatriarchy. *Feminist Formations*, 25(1):8–34.
- Atewologun, D. (2014). Sites of intersectional identity salience. *Gender in Management : An International Journal*, 29(5):277–290. <https://doi.org/10.1108/GM-12-2013-0140>
- Atewologun, D., Sealy, R. et Vinnicombe, S. (2016). Revealing Intersectional Dynamics in Organizations : Introducing ‘Intersectional Identity Work’. *Gender, Work & Organization*,

- 23(3):223–247. <https://doi.org/10.1111/gwao.12082>
- Atherton, T. J., Barthelemy, R. S., Deconinck, W., Falk, M. L., Garmon, S., Elena Long, Plisch, M., Simmons, E. H. et Reeves, K. (2016). *LGBT Climate in Physics : Building an Inclusive Community*. American Physical Society. <https://www.aps.org/programs/lgbt/upload/LGBTClimateinPhysicsReport.pdf>
- Baker, S. J. et Lucas, K. (2017). Is it safe to bring myself to work ? Understanding LGBTQ experiences of workplace dignity. *Canadian Journal of Administrative Sciences / Revue Canadienne des Sciences de l'Administration*, 34(2):133–148. <https://doi.org/10.1002/cjas.1439>
- Barth, I. et Falcoz, C. (2007). *Management de la diversité Le*. Harmattan.
- Barth, I. et Mahieu, C. (2011). La fabrique de la diversité et de l'organisation. *Humanisme et Entreprise*, n° 305(5):5–20.
- Bazin, H. (2013). Les figures du tiers espace : contre-espace, tiers paysage, tiers lieu. *Media-part*.
- Beech, N. (2008). On the Nature of Dialogic Identity Work. *Organization*, 15(1):51–74. <https://doi.org/10.1177/1350508407084485>
- Beech, N. (2011). Liminality and the practices of identity reconstruction. *Human Relations*, 64(2):285–302. <https://doi.org/10.1177/0018726710371235>
- Beemyn, G. (dir.) (2019). *Trans People in Higher Education*. State University of New York Press.
- Bendl, R., Bleijenbergh, I., Henttonen, E. et Mills, A. J. (2016). Mapping the Field of Diversity in Organizations. Dans *The Oxford Handbook of Diversity in Organizations*, p. 1–11. Oxford University Press.
- Berger, L. J., Essers, C. et Himi, A. (2017). Muslim employees within 'white' organizations : the case of Moroccan workers in the Netherlands. *The International Journal of Human Resource Management*, 28(8):1119–1139. <https://doi.org/10.1080/09585192.2016.1166785>
- Berrah, N. (2007). *Gender Equity : Strengthening the Physics Enterprise in Universities and National Laboratories*. American Physical Society. <https://www.aps.org/programs/women/workshops/gender-equity/upload/genderequity.pdf>
- Bertholet, E., Ben-Haim, E., Bhattacharya, B., Charles, M. et London, D. (2019). Extraction of the CKM phase  $\gamma$  using charmless 3-body decays of  $B$  mesons. *Phys.Rev.*, D99(11):114011. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.99.114011>
- Bertone, G. et Hooper, D. (2016). A History of Dark Matter. *arXiv :1605.04909 [astro-ph, physics :hep-ph]*.
- Bhattacharya, B., Gronau, M., Imbeault, M., London, D. et Rosner, J. L. (2014a). Charmless  $B \rightarrow P P P$  decays : The fully-symmetric final state. *Physical Review D*, 89(7). <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.89.074043>
- Bhattacharya, B., Imbeault, M. et London, D. (2014b). Extraction of the CP-violating phase

- $\gamma$  using  $B \rightarrow K \pi \pi$  and  $B \rightarrow K K \bar{K}$  decays. *Physics Letters B*, 728:206–209. <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2013.11.038>
- Bhattacharya, B., London, D. et Imbeault, M. (2013). Measurement of gamma using  $B \rightarrow K \pi \pi$  and  $B \rightarrow K K \bar{K}$  decays. *arXiv :1306.5574 [hep-ex, physics :hep-ph]*.
- Bilimoria, D. et Stewart, A. J. (2009). "Don't Ask, Don't Tell" : The Academic Climate for Lesbian, Gay, Bisexual, and Transgender Faculty in Science and Engineering. *NWSA Journal*, 21(2):85–103.
- Blickenstaff, J. C. (2005). Women and science careers : leaky pipeline or gender filter? *Gender and Education*, 17(4):369–386. <https://doi.org/10.1080/09540250500145072>
- Boncori, I. et Smith, C. (2019). Negotiating the doctorate as an academic professional : identity work and sensemaking through autoethnographic methods. *Teaching in Higher Education*, 25(3):1–15. <https://doi.org/10.1080/13562517.2018.1561436>
- Boudreau, M.-C., Serrano, C. et Larson, K. (2014). IT-driven identity work : Creating a group identity in a digital environment. *Information and Organization*, 24(1):1–24. <https://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2013.11.001>
- Boussebaa, M. et Brown, A. D. (2016). Englishization, Identity Regulation and Imperialism :. *Organization Studies*. <https://doi.org/10.1177/0170840616655494>
- Brown, A. D. (2015). Identities and Identity Work in Organizations. *International Journal of Management Reviews*, 17(1):20–40. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12035>
- Brown, A. D. (2017). Identity Work and Organizational Identification. *International Journal of Management Reviews*, 19(3):296–317. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12152>
- Brown, A. D. et Lewis, M. A. (2011). Identities, Discipline and Routines :. *Organization Studies*. <https://doi.org/10.1177/0170840611407018>
- Brown, A. D., Lewis, M. A. et Oliver, N. (2019). Identity Work, Loss and Preferred Identities : A Study of UK Business School Deans :. *Organization Studies*. <https://doi.org/10.1177/0170840619857464>
- Brown, N. et Collins, J. (2018). Using LEGO® To Understand Emotion Work In Doctoral Education. *International Journal of Management and Applied Research*, 5(4):193–209.
- Brownstein, M. (2019). Implicit Bias. Dans Zalta, E. N. (dir.) : *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Metaphysics Research Lab, Stanford University.
- Brownstein, M. et Saul, J. (2016). Introduction. Dans *Implicit Bias and Philosophy, Volume 1 : Metaphysics and Epistemology*, p. 1–20. Oxford University Press.
- Buccheri, G., Gürber, N. A. et Brühwiler, C. (2011). The impact of gender on interest in science topics and the choice of scientific and technical vocations. *International journal of science education*, 33(1):159–178.
- Buchalla, G., Buras, A. J. et Lautenbacher, M. E. (1996). Weak Decays Beyond Leading Logarithms. *Reviews of Modern Physics*, 68(4):1125–1244. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.68.1125>

- Bug, A. (2003). Has Feminism Changed Physics? *Signs*, 28(3):881–899. <https://doi.org/10.1086/345323>
- Burellier, F. (2011). *Etre ou ne pas être médecin-gestionnaire? : étude de la transition vers le rôle de responsable de pôle dans les hôpitaux publics français*. phdthesis, Université de Grenoble.
- Burnell, J. B. (2013). *A Quaker Astronomer Reflects : Can a Scientist Also Be Religious?* Interactive Publications.
- Campion, P. et Shrum, W. (2004). Gender and Science in Development : Women Scientists in Ghana, Kenya, and India. *Science, Technology, & Human Values*, 29(4):459–485.
- Carlone, H. B. et Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color : Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8):1187–1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Carrim, N. M. H. et Nkomo, S. M. (2016). Wedding Intersectionality Theory and Identity Work in Organizations : South African Indian Women Negotiating Managerial Identity. *Gender, Work & Organization*, 23(3):261–277. <https://doi.org/10.1111/gwao.12121>
- Carter, A. B. et Sanda, A. I. (1981).  $\mathrm{CP}$  violation in  $B$ -meson decays. *Physical Review D*, 23(7):1567–1579. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.23.1567>
- Castelvecchi, D. (2016). Controversial dark-matter claim faces ultimate test. *Nature News*, 532(7597):14. <https://doi.org/10.1038/532014a>
- Caza, B. B., Vough, H. et Puranik, H. (2018). Identity work in organizations and occupations : Definitions, theories, and pathways forward. *Journal of Organizational Behavior*, 39(7):889–910. <https://doi.org/10.1002/job.2318>
- Ceci, S. J., Ginther, D. K., Kahn, S. et Williams, W. M. (2015). Women in Science : The Path to Progress. *Scientific American Mind*, 26(1):62–69. <https://doi.org/10.1038/scientificamericanmind0115-62>
- Ceci, S. J. et Williams, W. M. (2011). Understanding current causes of women’s underrepresentation in science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(8):3157–3162. <https://doi.org/10.1073/pnas.1014871108>
- CFSG (2017). *Statistiques sur les inscriptions des femmes en sciences et en génie au collégial et à l’université au Québec entre 2005 et 2016*. Chaire pour les femmes en sciences et en génie au Québec. <http://cfsg.espaceweb.usherbrooke.ca/download/2788/>
- Chamberland, L. et Puig, A. (2016). *Guide des pratiques d’ouverture à la diversité sexuelle et de genre en milieu collégial et universitaire*. Chaire de recherche sur l’homophobie, Université du Québec à Montréal. [https://chairedspg.uqam.ca/upload/files/GuideDiversite\\_FR\\_Impression%202.pdf](https://chairedspg.uqam.ca/upload/files/GuideDiversite_FR_Impression%202.pdf)
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist : The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2):255–265. <https://doi.org/10.1002/sce.3730670213>
- Charpak, G., Léna, P. et Quéré, Y. (2005). *L’enfant et la Science : L’aventure de La main*

- à la pâte. Editions Odile Jacob.
- Choquet-Bruhat, Y. et DeWitt-Morette, C. (1977). *Analysis, Manifolds and Physics, Part 1 : Basics*. 1<sup>e</sup> éd., North Holland.
- Christenson, J. H., Cronin, J. W., Fitch, V. L. et Turlay, R. (1964). Evidence for the Decay of the K Meson. *Physical Review Letters*, 13(4):138–140. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.13.138>
- Christidou, V. (2011). Interest, Attitudes and Images Related to Science : Combining Students' Voices with the Voices of School Science, Teachers, and Popular Science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(2):141–159.
- Clance, P. R. et Imes, S. A. (1978). The imposter phenomenon in high achieving women : Dynamics and therapeutic intervention. *Psychotherapy : Theory, Research & Practice*, 15(3):241–247. <https://doi.org/10.1037/h0086006>
- Clegg, S. R., Rhodes, C. et Kornberger, M. (2007). Desperately Seeking Legitimacy : Organizational Identity and Emerging Industries. *Organization Studies*, 28(4):495–513. <https://doi.org/10.1177/0170840606067995>
- Collaboration, H. (2017). Averages of b-hadron, c-hadron, and tau-lepton properties as of summer 2016. *The European Physical Journal C*, 77(12):895. <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-017-5058-4>
- Collaboration, P. (2018). Review of Particle Physics. *Physical Review D*, 98(3):030001. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.98.030001>
- Collard, N. (2016). *Qui s'occupe du souper ? : Travail-famille : l'affaire de deux parents*. Québec Amérique.
- Collins, H. (1985). *Changing Order : Replication and Induction in Scientific Practice*. University of Chicago Press.
- Collins, H. (2017). *Gravity's Kiss : The Detection of Gravitational Waves*. 1<sup>e</sup> éd., The MIT Press.
- Collins, P. H. (1986). Learning from the Outsider Within : The Sociological Significance of Black Feminist Thought. *Social Problems*, 33(6):S14–S32. <https://doi.org/10.2307/800672>
- Corlett, S. et Mavin, S. (2014). Intersectionality, identity and identity work : Shared tenets and future research agendas for gender and identity studies. *Gender in Management : An International Journal*, 29(5):258–276. <https://doi.org/10.1108/GM-12-2013-0138>
- Crasnow, S., Wylie, A., Bauchspies, W. K. et Potter, E. (2015). Feminist Perspectives on Science. Dans Zalta, E. N. (dir.) : *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Metaphysics Research Lab, Stanford University.
- Crenshaw, K. (1989). Demarginalizing the Intersection of Race and Sex : A Black Feminist Critique of Antidiscrimination Doctrine, Feminist Theory and Antiracist Politics. *University of Chicago Legal Forum*, 1989:139–168.

- CREPUQ (2013). Les professeures et les professeurs des établissements universitaires québécois : principales caractéristiques de l'année 2010-2011. Rapport technique, Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec.
- Czarniawska, B. et Wolff, R. (1998). Constructing New Identities in Established Organization Fields. *International Studies of Management & Organization*, 28(3):32–56. <https://doi.org/10.1080/00208825.1998.11656739>
- Daston, L. et Galison, P. (2010). *Objectivity*. Zone Books.
- Davis, K. (2008). Intersectionality as buzzword : A sociology of science perspective on what makes a feminist theory successful. *Feminist Theory*, 9(1):67–85. <https://doi.org/10.1177/146470010808636>
- Delvaux, M. (2019). *Le boys club*. Éditions du remue-ménage.
- Deschêne, C., Belletête, V., Langelier, E., Gauthier, C.-A., Tanguay, D. et Brière, S. (2019). Les professeures en sciences et génie : rareté, sacrifices et compétition. Dans Brière, S. (dir.) : *Les femmes dans des professions traditionnellement masculines*. Presses de l'Université Laval.
- Di Tullio, I. (2019). Gender Equality in STEM : Exploring Self-Efficacy Through Gender Awareness. *Italian Journal of Sociology of Education*, 11(3):226–245. <https://doi.org/10.14658/pupj-ijse-2019-3-13>
- D'Ignazio, C. et Klein, L. F. (2020). *Data Feminism*. The MIT Press.
- Doing, P. (2004). 'Lab Hands' and the 'Scarlet O' : Epistemic Politics and (Scientific) Labor. *Social Studies of Science*, 34(3):299–323. <https://doi.org/10.1177/0306312704043677>
- Drechsel, B., Carstensen, C. et Prenzel, M. (2011). The Role of Content and Context in PISA Interest Scales : A study of the embedded interest items in the PISA 2006 science assessment. *International journal of science education*, 33(1):73–95.
- Dunietz, I. (1994). CP violation with additional B decays. Dans Stone, S. (dir.) : *B Decays*. World Scientific Publishing Co Pte Ltd.
- Dunietz, I. et Rosner, J. L. (1986). Time-dependent CP-violation effects in B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>bar systems. *Physical Review D*, 34(5):1404–1417. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.34.1404>
- Ellis, C., Adams, T. E. et Bochner, A. P. (2011). Autoethnography : An Overview. *Historical Social Research / Historische Sozialforschung*, 36(4 (138)):273–290.
- Ely, R. J. et Meyerson, D. E. (2010). An organizational approach to undoing gender : The unlikely case of offshore oil platforms. *Research in Organizational Behavior*, 30:3–34. <https://doi.org/10.1016/j.riob.2010.09.002>
- Emerson, R. M., Fretz, R. I. et Shaw, L. L. (2011). *Writing Ethnographic Fieldnotes, Second Edition*. 2<sup>e</sup> éd., University of Chicago Press.
- Essers, C. et Benschop, Y. (2007). Enterprising Identities : Female Entrepreneurs of Moroccan or Turkish Origin in the Netherlands. *Organization Studies*, 28(1):49–69. <https://doi.org/10.1177/0170840606068256>

- Fara, P. (2013). Women in science : Weird sisters ? *Nature*, 495(7439):43–44. Nature Publishing Group
- Fehr, C. (2011). What Is in It for Me? The Benefits of Diversity in Scientific Communities. Dans Grasswick, H. E. (dir.) : *Feminist Epistemology and Philosophy of Science : Power in Knowledge*, p. 133–155. Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6835-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6835-5_7).
- Fils-Aimé, N. (2011). *Analyse des attitudes envers les sciences chez des élèves du secondaire d'origine haïtienne de milieux défavorisés de la région de Montréal*. Thèse de doctorat, Université de Montréal.
- Fine, G. A. (1993). Ten Lies of ethnography : Moral Dilemmas of Field Research. *Journal of Contemporary Ethnography*, 22(3):267–294. <https://doi.org/10.1177/089124193022003001>
- Fines-Neuschild, M. (2015). *Étude et caractérisation de détecteurs à liquide en surchauffe*. Mémoire, Université de Montréal.
- Fines-Neuschild, M. et Pulido, B. (2021). Repenser les bourses universitaires en fonction de l'équité, la diversité et l'inclusion. *Affaires universitaires*, 62(1):50. <https://www.affairesuniversitaires.ca/opinion/a-mon-avis/repenser-les-bourses>
- Finson, K. D. (2002). Drawing a Scientist : What We Do and Do Not Know After Fifty Years of Drawings. *School Science and Mathematics*, 102(7):335–345. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2002.tb18217.x>
- Fox, M. F. (2015). Gender and Clarity of Evaluation among Academic Scientists in Research Universities. *Science, Technology, & Human Values*, 40(4):487–515. <https://doi.org/10.1177/0162243914564074>
- Frost, P. J., Moore, L. F., Louis, M. R., Lundberg, C. C. et Martin, J. (dir.) (1991). *Reframing Organizational Culture*. 1<sup>e</sup> éd., SAGE Publications.
- Gagne, J.-F. (2016). L'importance des ressources dans la construction identitaire du manager. *Management international / International Management / Gestión Internacional*, 20(3): 12–26. <https://doi.org/10.7202/1051303ar>
- Gagnon, P. (2015). *Qu'est-ce que le boson de Higgs mange en hiver et autres détails essentiels*. Éditions MultiMondes.
- Gaillard, M. K. (2015). *Singularly Unfeminine Profession, A : One Woman's Journey In Physics*. World Scientific Publishing.
- Galison, P. (1997). *Image and Logic : A Material Culture of Microphysics*. 1<sup>e</sup> éd., University of Chicago Press.
- Gauthier, L. (1999). *Propos d'une physicienne sur la situation de la femme de science*. Carte blanche.
- Geertz, C. (1974). "From the Native's Point of View" : On the Nature of Anthropological Understanding. *Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences*, 28(1):26–45. <https://doi.org/10.2307/3822971>

- Gell-Mann, M. et Pais, A. (1955). Behavior of Neutral Particles under Charge Conjugation. *Physical Review*, 97(5):1387–1389. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.97.1387>
- Gendron, Y. et Spira, L. F. (2010). Identity narratives under threat : A study of former members of Arthur Andersen. *Accounting, Organizations and Society*, 35(3):275–300. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2009.09.001>
- Gibson, M. (2012). *Lesbian Academic Couples*. 1<sup>e</sup> éd., Routledge.
- Gioia, D. A., Patvardhan, S. D., Hamilton, A. L. et Corley, K. G. (2013). Organizational Identity Formation and Change. *Academy of Management Annals*, 7(1):123–193. <https://doi.org/10.5465/19416520.2013.762225>
- Gioia, D. A., Price, K. N., Hamilton, A. L. et Thomas, J. B. (2010). Forging an Identity : An Insider-outsider Study of Processes Involved in the Formation of Organizational Identity. *Administrative Science Quarterly*, 55(1):1–46. <https://doi.org/10.2189/asqu.2010.55.1.1>
- Glynn, M. A. et Abzug, R. (2002). Institutionalizing Identity : Symbolic Isomorphism and Organizational Names. *Academy of Management Journal*, 45(1):267–280. <https://doi.org/10.5465/3069296>
- Gonsalves, A. J. (2014). “Physics and the girly girl—there is a contradiction somewhere” : doctoral students’ positioning around discourses of gender and competence in physics. *Cultural Studies of Science Education*, 9(2):503–521. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9447-6>
- Gonsalves, A. J. et Danielsson, A. T. (2020). Introduction : Why Do We Need Identity in Physics Education Research? Dans *Physics Education and Gender : Identity as an Analytic Lens for Research*, Cultural Studies of Science Education, p. 1–8. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-41933-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-41933-2_1).
- Griffith, A. (2010). Persistence of Women and Minorities in STEM Field Majors : Is it the School That Matters? *Working Papers*.
- Griffiths, D. (2008). *Introduction to Elementary Particles*. Wiley.
- Griffiths, D. J. (2004). *Introduction to Quantum Mechanics*. 2<sup>e</sup> éd., Pearson.
- Grima, F. et Beaujolin-Bellet, R. (2014). Reconstruire son identité après un conflit social contre la fermeture d’un site : le cas des leaders syndicaux. *M@n@gement*, Vol. 17(5):371–403.
- Gronau, M., Hernández, O. F., London, D. et Rosner, J. L. (1994). Decays of  $B$  mesons to two light pseudoscalars. *Physical Review D*, 50(7):4529–4543. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.50.4529>
- Gronau, M., Hernández, O. F., London, D. et Rosner, J. L. (1995). Electroweak penguin diagrams and two-body  $B$  decays. *Physical Review D*, 52(11):6374–6382. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.52.6374>
- Gronau, M. et London, D. (1990). Isospin analysis of CP asymmetries in  $B$  decays. *Phys.Rev.Lett.*, 65:3381–3384. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.65.3381>



- Gronau, M. et Wyler, D. (1991). On determining a weak phase from charged B decay asymmetries. *Physics Letters B*, 265(1-2):172–176. [https://doi.org/10.1016/0370-2693\(91\)90034-N](https://doi.org/10.1016/0370-2693(91)90034-N)
- Guba, E. G. et Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. Dans *Handbook of qualitative research*, p. 105–117. Sage Publications.
- Gupta, S. V. (2012). Some Important Definitions. Dans Gupta, S. V. (dir.) : *Measurement Uncertainties : Physical Parameters and Calibration of Instruments*, p. 1–29. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-20989-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20989-5_1).
- Hall, K. Q. (2002). Feminism, Disability, and Embodiment. *NWSA Journal*, 14(3):vii–xiii. <https://doi.org/10.1353/nwsa.2003.0006>
- Hamelin, M. (2017). *Maternité : la face cachée du sexisme*. L'émeac.
- Hannan, M. T., Baron, J. N., Hsu, G. et Ö zgecan, K. (2006). Organizational identities and the hazard of change. *Industrial and Corporate Change*, 15(5):755–784. <https://doi.org/10.1093/icc/dt020>
- Haraway, D. J. (1989). *Primate Visions : Gender, Race, and Nature in the World of Modern Science*. Psychology Press.
- Harding, S. (1986). The Instability of the Analytical Categories of Feminist Theory. *Signs : Journal of Women in Culture and Society*, 11(4):645–664. <https://doi.org/10.1086/494270>
- Harding, S. (1987). The Instability of the Analytical Categories of Feminist Theory. Dans Harding, S. G. et O'Barr, J. F. (dir.) : *Sex and Scientific Inquiry*, p. 283–302. University of Chicago Press.
- Harding, S. (1993). *The "Racial" Economy of Science : Toward a Democratic Future*. Indiana University Press.
- Hazari, Z., Cass, C. et Beattie, C. (2015). Obscuring power structures in the physics classroom : Linking teacher positioning, student engagement, and physics identity development. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(6):735–762. <https://doi.org/10.1002/tea.21214>
- Hazari, Z., Chari, D., Potvin, G. et Brewe, E. (2020). The context dependence of physics identity : Examining the role of performance/competence, recognition, interest, and sense of belonging for lower and upper female physics undergraduates. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(10):1583–1607. <https://doi.org/10.1002/tea.21644>
- Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M. et Shanahan, M.-C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice : A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8):978–1003. <https://doi.org/10.1002/tea.20363>
- Henry, F., Dua, E., James, C. E., Kobayashi, A., Li, P., Ramos, H. et Smith, M. S. (2017). *The Equity Myth : Racialization and Indigeneity at Canadian Universities*. UBC Press.
- Hermanowicz, J. C. (2009). *Lives in Science : How Institutions Affect Academic Careers*.

University Of Chicago Press.

- Herovic, E., Scarduzio, J. A. et Lueken, S. (2019). "It Literally Happens Every Day" : The Multiple Settings, Multilevel Considerations, and Uncertainty Management of Modern-Day Sexual Harassment. *Western Journal of Communication*, 83(1):39–57. <https://doi.org/10.1080/10570314.2018.1485052>
- Hilde, R. K. S. (2013). *Workplace (In)Equality : Making Critical Sense of Hong Kong Chinese Immigrant Experiences in the Canadian Workplace*. Thèse de doctorat, Athabasca University.
- Hill, C., Corbett, C. et St. Rose, A. (2010). *Why So Few? Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. American Association of University Women.
- Hoffman, G. D. et Mitchell, T. D. (2016). Making diversity 'Everyone's Business' : A discourse analysis of institutional responses to student activism for equity and inclusion. *Journal of Diversity in Higher Education*, 9(3):277–289. <https://doi.org/10.1037/dhe0000037>
- Hubbard, R. (1988). Science, Facts, and Feminism. *Hypatia*, 3(1):5–17. <https://doi.org/10.1111/j.1527-2001.1988.tb00053.x>
- Hubbard, R. (1990). *The Politics of Women's Biology*. Rutgers University Press.
- Humphreys, M. et Watson, T. J. (2009). Ethnographic practices : From 'writing-up ethnographic research' to 'writing ethnography'. Dans Ybema, S., Yanow, D., Wels, H. et Kamsteeg, F. H. (dir.) : *Organizational Ethnography : Studying the Complexities of Everyday Life*, p. 46–58. SAGE Publications.
- Hyland, K. (1997). Scientific claims and community values : Articulating an academic culture. *Language & Communication*, 17(1):19–31. [https://doi.org/10.1016/S0271-5309\(96\)00023-7](https://doi.org/10.1016/S0271-5309(96)00023-7)
- Ibarra, H. et Barbulescu, R. (2010). Identity as Narrative : Prevalence, Effectiveness, and Consequences of Narrative Identity Work in Macro Work Role Transitions. *The Academy of Management Review*, 35(1):135–154.
- Imbeault, M., Datta, A. et London, a. D. (2007). Hadronic B Decays : A General Approach. *International Journal of Modern Physics A*, 22(11):2057–2092. <https://doi.org/10.1142/S0217751X07036397>
- Imbeault, M., Lorier, N. R.-L. et London, D. (2011). Measuring gamma in B -> K pi pi Decays. *Physical Review D*, 84(3). <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.84.034041>
- Irigaray, L. (1985). *Parler n'est jamais neutre*. Minuit.
- Ivie, R., Tesfaye, C. L., Czujko, R. et Chu, R. (2013). The global survey of physicists : A collaborative effort illuminates the situation of women in physics. *AIP Conference Proceedings*, 1517(1):53–61. <https://doi.org/10.1063/1.4794221>
- James, M. et Bertschinger, E. (2020). *The Time Is Now : Systemic Changes to Increase African Americans with Bachelor's Degrees in Physics and Astronomy*. American Institute of Physics. <https://www.aip.org/diversity-initiatives/team-up-task-force>

- Jo, H., Nancy, C., Molly, C., Denice, D., Eve, F., Barbara, G., Virginia, H., Cora, M., Rosser, Donna, S. et Jennifer, S. (2005). More Women in Science. *Science*, 309(5738):1190–1191. <https://doi.org/10.1126/science.1113252>
- Jones, M. G., Howe, A. et Rua, M. J. (2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science education*, 84(2):180–192.
- Jorgenson, J. (2002). Engineering Selves : Negotiating Gender and Identity in Technical Work. *Management Communication Quarterly*, 15(3):350–380. <https://doi.org/10.1177/0893318902153002>
- Järventie-Thesleff, R., Logemann, M., Piekkari, R. et Tienari, J. (2016). Roles and identity work in “at-home” ethnography. *Journal of Organizational Ethnography*, 5(3):235–257. <https://doi.org/10.1108/JOE-07-2016-0015>
- Kafer, A. (2003). Compulsory Bodies : Reflections on Heterosexuality and Able-bodiedness. *Journal of Women's History*, 15(3):77–89. <https://doi.org/10.1353/jowh.2003.0071>
- Karra, N. et Phillips, N. (2008). Researching “Back Home” : International Management Research as Autoethnography. *Organizational Research Methods*, 11(3):541–561. <https://doi.org/10.1177/1094428106295496>
- Keller, E. F. (1987). The Gender/Science System : or, Is Sex To Gender As Nature Is To Science? *Hypatia*, 2(3):37–49. <https://doi.org/10.1111/j.1527-2001.1987.tb01340.x>
- Kezar, A. (2014). *How Colleges Change : Understanding, Leading, and Enacting Change*. 1<sup>e</sup> éd., Routledge.
- Kezar, A., Gehrke, S. et Elrod, S. (2015). Implicit Theories of Change as a Barrier to Change on College Campuses : An Examination of STEM Reform. *Review of Higher Education*, 38(4):479–506. <https://doi.org/10.1353/rhe.2015.0026>
- Kezar, A. et Maxey, D. (2014). Collective Action on Campus Toward Student Development and Democratic Engagement. *New Directions for Higher Education*, 2014(167):31–41. <https://doi.org/10.1002/he.20103>
- Khanna, N. et Johnson, C. (2010). Passing as Black : Racial Identity Work among Bi-racial Americans. *Social Psychology Quarterly*, 73(4):380–397. <https://doi.org/10.1177/0190272510389014>
- Klopfer, L. E. (1971). *Evaluation of learning in science*. McGraw.
- Knights, D. et Clarke, C. A. (2013). It's a Bittersweet Symphony, this Life : Fragile Academic Selves and Insecure Identities at Work :. *Organization Studies*, 35(335-357). <https://doi.org/10.1177/0170840613508396>
- Knorr Cetina, K. (1999). *Epistemic Cultures : How the Sciences Make Knowledge*. Harvard University Press.
- Knorr Cetina, K. (2008). Objectual Practice. Dans Mazzotti, M. (dir.) : *Knowledge as Social Order : Rethinking the Sociology of Barry Barnes*, p. 83–98. Routledge.
- Kobayashi, M. et Maskawa, T. (1973). *C P* -Violation in the Renormalizable Theory of Weak

- Interaction. *Progress of Theoretical Physics*, 49(2):652–657. <https://doi.org/10.1143/PTP.49.652>
- Konrad, A. M. (2003). Special Issue Introduction : Defining The Domain Of Workplace Diversity Scholarship. *Group & Organization Management*, 28(1):4–17. <https://doi.org/10.1177/1059601102250013>
- Konrad, A. M., Prasad, P. et Pringle, J. (2005). *Handbook of Workplace Diversity*. SAGE.
- Krieger, M. H. (1992). *Doing Physics : How Physicists Take Hold of the World*. Indiana University Press.
- Kroezen, J. J. et Heugens, P. (2012). Organizational identity formation : Processes of identity imprinting and enactment in the Dutch microbrewing landscape. Dans Schultz, M., Maguire, S., Langley, A. et Tsoukas, H. (dir.) : *Constructing identity in and around organizations*, vol. 2, p. 89–127. Oxford University Pres.
- Kuhn, T. S. (1969). *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.
- Kulis, S., Chong, Y. et Shaw, H. (1999). Discriminatory Organizational Contexts and Black Scientists on Postsecondary Faculties. *Research in Higher Education*, 40(2):115–148. <https://doi.org/10.1023/A:1018778412377>
- Labianca, G., Fairbank, J. F., Thomas, J. B., Gioia, D. A. et Umphress, E. E. (2001). Emulation in Academia : Balancing Structure and Identity. *Organization Science*, 12(3):312–330. <https://doi.org/10.1287/orsc.12.3.312.10101>
- Lam, A. (2019). Hybrids, identity and knowledge boundaries : Creative artists between academic and practitioner communities. *Human Relations*, 73(6):0018726719846259. <https://doi.org/10.1177/0018726719846259>
- Lande, K., Booth, E. T., Impeduglia, J., Lederman, L. M. et Chinowsky, W. (1956). Observation of Long-Lived Neutral  $\Sigma^0$  Particles. *Physical Review*, 103(6):1901–1904. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.103.1901>
- Landemore, H. (2013). Deliberation, cognitive diversity, and democratic inclusiveness : an epistemic argument for the random selection of representatives. *Synthese*, 190(7):1209–1231. <https://doi.org/10.1007/s11229-012-0062-6>
- Langlois, S. (2016). Création d’un réseau de collaboration afin de développer l’intérêt des jeunes pour les sciences. Rapport technique, Rapport de recherche PART-IS, MERST.
- LaPointe, K. (2013). Heroic Career Changers? Gendered Identity Work in Career Transitions. *Gender, Work & Organization*, 20(2):133–146. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0432.2012.00601.x>
- Larivière, V., Ni, C., Gingras, Y., Cronin, B. et Sugimoto, C. R. (2013). Bibliometrics : Global gender disparities in science. *Nature*, 504(7479):211–213. <https://doi.org/10.1038/504211a>
- Lavender, G. (2013). ?Imposter syndrome? shown to drive women away from physics. *Physics World*, 26(10):10. Publisher : IOP Publishing
- LeBlanc, L. J. (2015). Two-atom bunching. *Nature*, 520(7545):36–37.

- LeBlanc, L. J. (2019). The quantum playground : An ultracold atoms apparatus and the games we can play. Dans *Tournée de conférence de l'ACP*, Université de Montréal, Montréal, QC, Canada.
- Letarte, M. (2021). Quelle est la formule pour attirer plus de femmes en sciences? *Québec Science*.
- Lewis, K. V. (2015). Enacting Entrepreneurship and Leadership : A Longitudinal Exploration of Gendered Identity Work. *Journal of Small Business Management*, 53(3):662–682. <https://doi.org/10.1111/jsbm.12175>
- Lincoln, A. E., Pincus, S., Koster, J. B. et Leboy, P. S. (2012). The Matilda Effect in science : Awards and prizes in the US, 1990s and 2000s. *Social Studies of Science*, 42(2):307–320. <https://doi.org/10.1177/0306312711435830>
- London, D. et Peccei, R. (1989). Penguin effects in hadronic B asymmetries. *Physics Letters B*, 223(2):257–261. [https://doi.org/10.1016/0370-2693\(89\)90249-9](https://doi.org/10.1016/0370-2693(89)90249-9)
- Long, J. S. (2001). *From scarcity to visibility : Gender differences in the careers of doctoral scientists and engineers*. National Academies Press.
- Longino, H. E. (1990). *Science as Social Knowledge : Values and Objectivity in Scientific Inquiry*. Princeton University Press.
- Lucas, K. (2011). Blue-Collar Discourses of Workplace Dignity : Using Outgroup Comparisons to Construct Positive Identities. *Management Communication Quarterly*, 25(2):353–374. <https://doi.org/10.1177/0893318910386445>
- Lutgen-Sandvik, P. (2008). Intensive Remedial Identity Work : Responses to Workplace Bullying Trauma and Stigmatization. *Organization*, 15(1):97–119. <https://doi.org/10.1177/1350508407084487>
- Lynch, O. H. (2002). Humorous Communication : Finding a Place for Humor in Communication Research. *Communication Theory*, 12(4):423–445.
- Maalouf, A. (1998). *Les identités meurtrières*. Grasset.
- Marlow, S. et McAdam, M. (2015). Incubation or Induction? Gendered Identity Work in the Context of Technology Business Incubation. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 39(4):791–816. <https://doi.org/10.1111/etap.12062>
- Martin, B. R. et Shaw, G. (2013). *Particle Physics*. John Wiley & Sons.
- Martin, J. (1990). Deconstructing Organizational Taboos : The Suppression of Gender Conflict in Organizations. *Organization Science*, 1(4):339–359.
- Martin, J. (1991). A Personal Journey : From Integration to Differentiation to Fragmentation to Feminism. Dans Frost, P. J., Moore, L. F., Louis, M. R., Lundberg, C. C. et Martin, J. (dir.) : *Reframing organizational culture*, p. 352–360. Sage.
- Martin, J. (1992). *Cultures in Organizations : Three Perspectives*. 1<sup>e</sup> éd., Oxford University Press.
- Martin, J. (2001). *Organizational Culture : Mapping the Terrain*. SAGE Publications.

- Martin, J. et Siehl, C. (1990). Organizational Culture : A Key to Financial Performance? Dans Schneider, B. (dir.) : *Organizational Climate and Culture*, p. 241–281. Jossey-Bass.
- Martin, L., Jerrard, B. et Wright, L. (2020). Identity work in female-led creative businesses. *Gender, Work & Organization*, 27(3):310–326. <https://doi.org/10.1111/gwao.12357>
- Martin, L., Lord, G. et Warren-Smith, I. (2018). Juggling hats : academic roles, identity work and new degree apprenticeships. *Studies in Higher Education*, 45(3):1–14. <https://doi.org/10.1080/03075079.2018.1550478>
- McAdams, D. P. (2011). Narrative Identity. Dans Schwartz, S. J., Luyckx, K. et Vignoles, V. L. (dir.) : *Handbook of Identity Theory and Research*, p. 99–115. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7988-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7988-9_5).
- McCullough, L. et Foster, T. (2001). A gender context for the Force Concept Inventory. Dans *meeting of the American Association of Physics Teachers, San Diego, CA*.
- McIlwee, J. S. et Robinson, J. G. (1992). *Women in Engineering : Gender, Power, and Workplace Culture*. SUNY Press.
- McInnes, P. et Corlett, S. (2012). Conversational identity work in everyday interaction. *Scandinavian Journal of Management*, 28(1):27–38. <https://doi.org/10.1016/j.scaman.2011.12.004>
- McNeil, L. et Sher, M. (2008). The Dual ?Career ?Couple Problem. *Physics Today*, 52(7):32.
- Miscenko, D. et Day, D. V. (2016). Identity and identification at work. *Organizational Psychology Review*, 6(3):215–247. <https://doi.org/10.1177/2041386615584009>
- Mitchell, A. (2019). How this Nobel winner balances physics and faith. *Broadview Magazine*. Section : Spirituality
- Moffitt, U. E., Nardon, L. et Zhang, H. (2019). Becoming Canadian : Immigrant narratives of professional attainment. *International Journal of Intercultural Relations*. <https://doi.org/10.1016/j.ijintrel.2019.06.00>
- Mogendorff, K. (2013). The Blurring of Boundaries between Research and Everyday Life : Dilemmas of Employing One’s Own Experiential Knowledge in Disability Research. *Disability Studies Quarterly*, 33(2). <https://doi.org/10.18061/dsq.v33i2.3713>
- Montargot, N. et Peretti, J.-M. (2014). Regards de responsables sur les notions d’égalité, non-discrimination et diversité. *Management Avenir*, 68(2):183–200.
- Montoussé, M. et Renouard, G. (2006). *100 fiches pour comprendre la sociologie*. Editions Bréal.
- Namenwirth, M. (1986). Science Seen Through a Feminist Prism. Dans Bleier, R. (dir.) : *Feminist Approaches to Science*, p. 18–41. Pergamon.
- Neyland, D. (2008). *Organizational Ethnography*. SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781849209526>
- Niglas, K. (2010). The Multidimensional Model of Research Methodology : An Integrated Set of Continua. Dans Tashakkori, A. et Teddlie, C. (dir.) : *SAGE Handbook of Mixed*

- Methods in Social & Behavioral Research*, p. 215–236. SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781506335193.n9>.
- Nir, Y. et Quinn, H. R. (1994). Theory of CP violation in B decays. Dans Stone, S. (dir.) : *B Decays*. World Scientific Publishing Co Pte Ltd.
- Nowotny, H. et Leroy, P. (2009). Helga Nowotny : an itinerary between sociology of knowledge and public debate. *Natures Sciences Societes*, Vol. 17(1):57–64.
- Oakes, J., Ormseth, T., Bell, R. M. et Camp, P. (1990). *Multiplying Inequalities : The Effects of Race, Social Class, and Tracking on Opportunities to Learn Mathematics and Science*. Rapport technique, Rand Publishing.
- Olive, K. A. et al. (2014). Review of Particle Physics. *Chin. Phys.*, C38:090001.
- Omair, K. (2009). Arab women managers and identity formation through clothing. *Gender in Management : An International Journal*, 24(6):412–431. <https://doi.org/10.1108/17542410910980397>
- Osborne, J., Simon, S. et Collins, S. (2003). Attitudes towards science : A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9):1049–1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Pantin, C. F. A. (1968). *Relations Between Sciences*. Cambridge University Press.
- Parkman, A. (2016). The Imposter Phenomenon in Higher Education : Incidence and Impact. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 16:51–60.
- Pezé, S. (2012). *La construction identitaire en situation : Le cas de managers à l'épreuve de la détresse de leurs collaborateurs*. phdthesis, Université Paris Dauphine - Paris IX.
- Phillips, J. et Hausbeck, K. (2000). Just Beneath the Surface : Rereading Geology, Rescripting the Knowledge-Power Nexus. *Women's Studies Quarterly*, 28(1/2):181–202.
- Pickering, A. (1984). Against putting the phenomena first : The discovery of the weak neutral current. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 15(2):85–117.
- Pickering, A. (1995). *The Mangle of Practice : Time, Agency, and Science*. University of Chicago Press.
- Pinch, T. (1986). *Confronting Nature : The Sociology of Solar-Neutrino Detection*. Springer Science & Business Media.
- Platt, J. (1981). On Interviewing One's Peers. *The British Journal of Sociology*, 32(1):75–91. <https://doi.org/10.2307/589764>
- Point, S. (2007). La diversité des définitions de la diversité : comparaisons européennes. Dans Barth, I. et Falcoz, C. (dir.) : *Management de la diversité Le*. Harmattan.
- Polya, G. (2014). *How to Solve It : A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton University Press.
- Potvin, P. et Hasni, A. (2014a). Analysis of the Decline in Interest Towards School Science and Technology from Grades 5 Through 11. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6):784–802. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9512-x>

- Potvin, P. et Hasni, A. (2014b). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels : a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1):85–129. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>
- Potvin, P. et Hasni, A. (2015). Student’s Interest in Science and Technology and its Relationships with Teaching Methods, Family Context and Self-Efficacy. *International Journal of Environmental and Science Education*.
- Péruгийн, S. et Barth, I. (2016). Pour la mise en œuvre d’un management de la diversité. *Revue internationale de psychosociologie et de gestion des comportements organisationnels*, 22(54):263–294.
- Ramjattan, A. V. (2014). *Excuse Me, are You the Teacher ? : The Experiences of Racialized ESOL Teachers in Private-language Schools in Toronto*. Thesis, University of Toronto.
- Rayner-Canham, M. F. et Rayner-Canham, G. (1997). *A Devotion to Their Science : Pioneer Women of Radioactivity*. Chemical Heritage Foundation.
- Rey-Le Lorier, N., Imbeault, M. et London, D. (2011). Diagrammatic analysis of charmless three-body B decays. *Physical Review D*, 84(3). <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.84.034040>
- Rey-Le Lorier, N. et London, D. (2012). Measuring gamma with  $B \rightarrow K \pi \pi$  and  $B \rightarrow K K \bar{K}$  decays. *Physical Review D*, 85(1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.85.016010>
- Reyes Galindo, L. (2011). *The sociology of theoretical physics*. phd, Cardiff University.
- Riach, K. et Loretto, W. (2009). Identity work and the ‘unemployed’ worker : age, disability and the lived experience of the older unemployed. *Work, Employment and Society*, 23(1): 102–119. <https://doi.org/10.1177/09500170080999780>
- Rippon, G. (2019). *The Gendered Brain : The new neuroscience that shatters the myth of the female brain*. Bodley Head.
- Rosner, J. L. (1994). The Cabibbo-Kobayashi-Maskawa matrix. Dans Stone, S. (dir.) : *B Decays*. World Scientific Publishing Co Pte Ltd.
- Rosser, S. V. (1987). Feminist Scholarship in the Sciences : Where Are We Now and When Can We Expect A Theoretical Breakthrough ? *Hypatia*, 2(3):5–17.
- Rosser, S. V. (1988). *Feminism Within the Science and Health Care Professions Overcoming Resistance*. Pergamon Press.
- Rosser, S. V. (1997). *Re-Engineering Female Friendly Science*. Teachers College Press.
- Rosser, S. V. (2012). *Breaking Into the Lab : Engineering Progress for Women in Science*. NYU Press.
- Roti Roti, A. (2019). Education and Diversity News. *APS News*, 28(8).
- Rubin, J. Z., Provenzano, F. J. et Luria, Z. (1974). The eye of the beholder : Parents’ views on sex of newborns. *American Journal of Orthopsychiatry*, 44(4):512–519. <https://doi.org/10.1111/j.1939-0025.1974.tb00905.x>



- Rumens, N. et Kerfoot, D. (2009). Gay men at work : (Re)constructing the self as professional :. *Human Relations*. <https://doi.org/10.1177/0018726709103457>
- Ryan, G. W. et Bernard, H. R. (2003). Techniques to Identify Themes :. *Field Methods*. <https://doi.org/10.1177/1525822X02239569>
- Sametband, I. (2015). *How do Immigrant Family Members Successfully Negotiate Cultural Identities in Family Therapy : A Discursive Analysis*. Thèse de doctorat, University of Calgary. <https://doi.org/10.11575/PRISM/26387>.
- Schein, E. H. (1991). What is culture ? Dans Frost, P. J., Moore, L. F., Louis, M. R., Lundberg, C. C. et Martin, J. (dir.) : *Reframing Organizational Culture*. SAGE Publications, 1<sup>e</sup> éd.
- Schuster, M. et Van Dyne, S. (1984). Placing Women in the Liberal Arts : Stages of Curriculum Transformation. *Harvard Educational Review*, 54(4):413–429. <https://doi.org/10.17763/haer.54.4.r41216gm62x25120>
- Schwartz-Shea, P. et Dvora, Y. (2009). Reading and writing as method : In search of trustworthy texts. Dans Ybema, S., Yanow, D., Wels, H. et Kamsteeg, F. H. (dir.) : *Organizational Ethnography : Studying the Complexities of Everyday Life*, p. 59–81. SAGE Publications.
- Schwartzman, H. (1993). *Ethnography in Organizations*. SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781412984119>
- Serpe, R. T. et Stryker, S. (2011). The Symbolic Interactionist Perspective and Identity Theory. Dans Schwartz, S. J., Luyckx, K. et Vignoles, V. L. (dir.) : *Handbook of Identity Theory and Research*, p. 225–248. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7988-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7988-9_10).
- Shore, L. M., Cleveland, J. N. et Sanchez, D. (2018). Inclusive workplaces : A review and model. *Human Resource Management Review*, 28(2):176–189.
- Simpson, L. B. (2011). *Dancing On Our Turtle's Back : Stories of Nishnaabeg Re-Creation, Resurgence, and a New Emergence*. ARP Books.
- Simpson, L. B. (2014). Land as pedagogy : Nishnaabeg intelligence and rebellious transformation. *Decolonization : Indigeneity, Education & Society*, 3(3).
- Sismondo, S. (2004). *An Introduction to Science and Technology Studies*. Blackwell Pub.
- Smith, M. S., Gamarro, K. et Toor, M. (2017). A Dirty Dozen : Unconscious Race and Gender Bisases in the Academy. Dans Henry, F., Dua, E., James, C. E., Kobayashi, A., Li, P., Ramos, H. et Smith, M. S. (dir.) : *The Equity Myth : Racialization and Indigeneity at Canadian Universities*, p. 263–296. UBC Press.
- Smolin, L. (2007). *The Trouble With Physics : The Rise of String Theory, The Fall of a Science, and What Comes Next*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Sonnert, G. et Holton, G. (1995). *Gender Differences in Science Careers : The Project Access Study*. Rutgers University Press.
- Spears, R. (2011). Group Identities : The Social Identity Perspective. Dans Schwartz, S. J.,

- Luyckx, K. et Vignoles, V. L. (dir.) : *Handbook of Identity Theory and Research*, p. 201–224. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7988-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7988-9_9).
- Srivastava, P. et Hopwood, N. (2009). A Practical Iterative Framework for Qualitative Data Analysis. *International Journal of Qualitative Methods*, 8(1):76–84. <https://doi.org/10.1177/160940690900800107>
- Stryker, S. et Serpe, R. T. (1982). Commitment, Identity Salience, and Role Behavior : Theory and Research Example. Dans Ickes, W. et Knowles, E. S. (dir.) : *Personality, Roles, and Social Behavior*, Springer Series in Social Psychology, p. 199–218. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-9469-3\\_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-9469-3_7).
- Subramaniam, B. (2014). *Ghost Stories for Darwin : The Science of Variation and the Politics of Diversity*. University of Illinois Press.
- Sue, D. W. (2010). *Microaggressions in Everyday Life : Race, Gender, and Sexual Orientation*. 1<sup>e</sup> éd., Wiley.
- Sveningsson, S. et Alvesson, M. (2003). Managing Managerial Identities : Organizational Fragmentation, Discourse and Identity Struggle. *Human Relations*, 56(10):1163–1193. <https://doi.org/10.1177/00187267035610001>
- Swaminathan, E. (2019). 3 Concordia researchers collaborate to engage Indigenous knowledges in the study of physics. *Actualités Concordia*.
- Tajfel, H. (1974). Social identity and intergroup behaviour. *Information (International Social Science Council)*, 13(2):65–93. <https://doi.org/10.1177/053901847401300204>
- Tanguay, D. (2014). *L'incidence de la maternité et de la paternité sur la persévérance aux études doctorales*. Thèse de doctorat, Université Laval.
- Tienari, J. (2019). One flew over the duck pond : Autoethnography, academic identity, and language. *Management Learning*, 50(5):576–590. <https://doi.org/10.1177/1350507619875887>
- Tierney, W. G. et Bensimon, E. M. (1996). *Promotion and Tenure : Community and Socialization in Academe*. SUNY Press.
- Torino, G. C., Rivera, D. P., Capodilupo, C. M., Nadal, K. L. et Sue, D. W. (2018). Everything You Wanted to Know About Microaggressions but Didn't Get a Chance to Ask. Dans *Microaggression Theory*, p. 1–15. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119466642.ch1>.
- Tracy, S. J. (2019). *Qualitative Research Methods : Collecting Evidence, Crafting Analysis, Communicating Impact*. 2<sup>e</sup> éd., Wiley-Blackwell.
- Traweek, S. (1988). *Beamtimes and Lifetimes : The World of High Energy Physicists*. Harvard University Press.
- Tuana, N. (1988). The Weaker Seed the Sexist Bias of Reproductive Theory. *Hypatia*, 3(1):35–59.

- Tuck, E. et Yang, K. W. (2012). Decolonization is not a metaphor. *Decolonization : Indigeneity, Education & Society*, 1(1).
- Tuori, A. (2014). *Doing Intersectional Identity Work : Social Categories, Inequalities, and Silences*. Thèse de doctorat, Svenska handelshögskolan.
- Urry, M. (2008). Are Photons Gendered? Women in Physics and Astronomy. Dans Schiebinger, L. (dir.) : *Gendered Innovations in Science and Engineering*, p. 150–164. Stanford University Press.
- Van der Waal, K. (2009). Getting going : Organizing ethnographic fieldwork. Dans Ybema, S., Yanow, D., Wels, H. et Kamsteeg, F. H. (dir.) : *Organizational Ethnography : Studying the Complexities of Everyday Life*, p. 31–45. SAGE Publications.
- Van Maanen, J. (1988). *Tales of the Field : On Writing Ethnography*. University of Chicago Press.
- Van Maanen, J. (2011a). Ethnography as Work : Some Rules of Engagement. *Journal of Management Studies*, 48(1):218–234. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2010.00980.x>
- Van Maanen, J. (2011b). *Tales of the Field : On Writing Ethnography*. 2<sup>e</sup> éd., University of Chicago Press.
- Vaughn, A. R., Taasobshirazi, G. et Johnson, M. L. (2020). Impostor phenomenon and motivation : women in higher education. *Studies in Higher Education*, 45(4):780–795. Publisher : Routledge \_eprint : <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1568976>
- Vieux-Fort, K. (2019). *Les parcours de jeunes francophones qui choisissent d'étudier dans un cégep anglophone : une étude rétrospective*. thèse de doctorat, Université Laval.
- Wallsgrave, R. (1980). The Masculine Face of Science. Dans Group, B. W. a. S. (dir.) : *Alice through the Microscope : The Power of Science over Women's Lives*, p. 228–240. Virago.
- Weber, F. (2012). De l'ethnologie de la France à l'ethnographie réflexive. *Geneses*, n° 89(4):44–60. Publisher : Belin
- Wertsch, J. V. (2012). Narrative tools and the construction of identity. Dans Schultz, M., Maguire, S., Langley, A. et Tsoukas, H. (dir.) : *Constructing Identity in and around Organizations*, p. 128–146. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199640997.001.0001>.
- Whelan, E. (2001). Politics by Other Means : Feminism and Mainstream Science Studies. *Canadian Journal of Sociology/Cahiers canadiens de sociologie*, 26(4):535–581.
- Whitehead, J. M. (1996). Sex stereotypes, gender identity and subject choice at A-level. *Educational Research*, 38(2):147–160. <https://doi.org/10.1080/0013188960380203>
- Whitten, B. L. (2012). (Baby) Steps Toward Feminist Physics. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 18(2). <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2012003648>
- Wilson, T. (2013). *The Human Equity Advantage : Beyond Diversity to Talent Optimization*. John Wiley & Sons.

- Winkler, I. (2014). Being me whilst learning Danish. A story of narrative identity work during the process of learning a foreign language. *Qualitative Research in Organizations and Management : An International Journal*, 9(4):290–307. <https://doi.org/10.1108/QROM-09-2012-1096>
- Winkler, I. (2018). Identity Work and Emotions : A Review. *International Journal of Management Reviews*, 20(1):120–133. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12119>
- Wright, C., Nyberg, D. et Grant, D. (2012). “Hippies on the third floor” : Climate Change, Narrative Identity and the Micro-Politics of Corporate Environmentalism. *Organization Studies*, 33(11):1451–1475. <https://doi.org/10.1177/0170840612463316>
- Wu, C. S., Ambler, E., Hayward, R. W., Hoppes, D. D. et Hudson, R. P. (1957). Experimental Test of Parity Conservation in Beta Decay. *Physical Review*, 105(4):1413–1415. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.105.1413>
- Wylie, A. (2003). Why Standpoint Matters. Dans Figueroa, R. et Harding, S. G. (dir.) : *Science and Other Cultures : Issues in Philosophies of Science and Technology*, p. 26–48. Routledge.
- Xie, Y. et Shauman, K. A. (2005). *Women in Science : Career Processes and Outcomes*. Harvard University Press.
- Ybema, S. et Kamsteeg, F. (2009). Making the Familiar Strange : A Case for Disengaged Organizational Ethnography. Dans Ybema, S., Yanow, D., Wels, H. et Kamsteeg, F. (dir.) : *Organizational Ethnography : Studying the Complexities of Everyday Life*, p. 101–119. SAGE Publications.
- Ybema, S., Yanow, D., Wels, H. et Kamsteeg, F. (2009a). *Organizational Ethnography : Studying the Complexities of Everyday Life*. SAGE Publications.
- Ybema, S., Yanow, D., Wels, H. et Kamsteeg, F. (2009b). Studying everyday organizational life. Dans Ybema, S., Yanow, D., Wels, H. et Kamsteeg, F. H. (dir.) : *Organizational Ethnography : Studying the Complexity of Everyday Life*, p. 13–29. SAGE Publications.
- Zabusky, S. E. (1995). *Launching Europe*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt7t549>
- Zeidan, A. (2010). The Relationship Between Grade 11 Palectinian Attitudes Toward Biology and their Perceptions of the Biology Learning Environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(5):783–800. <https://doi.org/10.1007/s10763-009-9185-8>
- Zhai, J., Jocz, J. A. et Tan, A.-L. (2014). ‘Am I Like a Scientist?’ : Primary children’s images of doing science in school. *International Journal of Science Education*, 36(4):553–576. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.791958>

# Annexe A

---

## Positionnements épistémologiques : Brèves définitions

Alors le positionnement épistémologique est peu connu et discuté en physique, je résume dans le Tableau 5 certaines caractéristiques du positivisme, post-positivisme de la théorie critique ainsi que du constructivisme (voir aussi Figure 2). À l'évidence, les descriptions intégrées dans ce tableau sont une réduction et visent à rendre accessible l'idée générale de ces positionnements qui ont donné lieu, depuis plusieurs décennies, à des travaux poussés : une analogie en physique serait d'affirmer que l'effet tunnel et la mécanique quantique peuvent faire traverser des objets à travers des murs.

**Tableau 5.** Perceptions ontologiques, épistémologiques et méthodologiques aux positionnements épistémologiques. Inspiré et traduit de Guba et Lincoln (1994).

Enjeu	Positivisme	Post-positivisme	Théorie critique	Constructivisme
<b>Ontologie</b> (Quelle est la nature de la réalité et qu'est-ce qui peut être su à propos de celle-ci ?)	Une réalité saisissable existe, guidée par des lois et mécanismes naturels immuables.	La réalité existe, mais elle est partiellement et imparfaitement saisissable à cause des mécanismes humains biaisés et de la nature inextricable des phénomènes.	La réalité est forgée par les valeurs sociales, politiques, culturelles, économiques et de genre cristallisés au fil du temps.	Les réalités sont multiples et consistent en des constructions mentales, intangibles, situées socialement, et dépendantes de la perspective de la personne ou du groupe.
<b>Épistémologie</b> (Quelle est la relation entre les savoirs et les personnes qui tentent de savoir ?)	La personne investigatrice et l'objet investigué sont deux entités indépendantes. Les observations reproductibles sont vraies.	L'objectivité reste un idéal normatif. On se questionne si les observations s'ancrent dans le savoir préexistant. Les découvertes sont probablement vraies (mais sujettes à la falsification)	La personne investigatrice et l'objet investigué sont deux entités liées par l'interaction. Les observations sont dépendantes des valeurs.	La personne investigatrice et l'objet investigué sont étroitement liés. Les connaissances sont créées à même le processus de recherche.
<b>Méthodologie</b> (Comment le ou la chercheure arrive à trouver ce qu'il ou elle croit peut être su ?)	Les questions et hypothèses sont sujettes à des tests pour les vérifier. Les conditions sont contrôlées pour empêcher les résultats d'être indûment influencés.	Ces études tiennent plus compte d'information situationnelle (possiblement des données qualitatives). Solliciter le point de vue local lorsqu'on étudie des communautés.	La nature de la recherche nécessite un dialogue entre la personne investigatrice et les objets investigués. Ce dialogue permet de transformer l'ignorance et les mécompréhensions en connaissance.	Les constructions individuelles sont obtenues et raffinées dans l'interaction entre les personnes investigatrices et interrogées par des méthodes dites herméneutiques.

# Annexe B

---

## Sources documentaires et d'observations

**Tableau 6.** Sources documentaires détaillées pour l'association étudiante.

Corpus	Descriptif	Nombre de pages
Journaux étudiants	11 éditions papier des journaux L'approxime, Delta Kroenicker et L'echo riolis (1987 à 1991)	150
	8 éditions numérique du journal Le gro photon (2004 à 2006)	38
	11 éditions numériques des journaux Le gros photon et L'électron libre pour lesquelles j'étais responsable du journal étudiant (2009 à 2011)	76
	2 éditions papier L'électron libre (2017-2018)	40
Chronique de la Planck IV	Blagues et citations inscrites à la main par les étudiants et étudiantes (2006-2018)	80
Deux pages Facebook de cohorte	Survol des messages numériques (1 heure d'observation)	
Films du Concours annuel de courts-métrages des étudiants en physique à l'UdeM (CACOUMADÉPUDEM)	Sur YouTube, plus de 70 courts métrages de 90 secondes à 12 minutes (2010 à 2017)	plus de 7 heures

**Tableau 7.** Sources documentaires détaillées pour le Département de physique.

<b>Corpus</b>	<b>Descriptif</b>	<b>Nombre de pages</b>
Site internet du Département de physique	Extraire la démographie : le corps professoral, les professeurs à la retraite, le personnel administratif et le personnel de soutien recherche	
	L'historique des séminaires (2012 à 2019) titre, résumé de la conférence, nom du conférencier ou de la conférencière, université d'attache	
	13 éditions des bulletins départementaux, L'interaction (2001 à 2015)	104
Guide de l'étudiant de premier cycle (2018-2019)	Description du Département, de la recherche, des cours et du cheminement étudiant	41
Guide de l'étudiant aux cycles supérieurs (2018-2019)	Description du Département, de la recherche, des cours et du cheminement étudiant	43
Rapport d'auto-évaluation Annexes - Cahier 2	Copies d'articles du journal universitaire (Forum) relatifs aux membres du Département de physique (1997 à 2005)	100
Plans de cours des cours offerts au Département	Consulté l'ensemble des plans de cours actuels et passés et ai photocopié ceux d'intérêts.	17
Statistiques internes de l'année 2017-2018	Pourcentages d'hommes et de femmes au baccalauréat, à la maîtrise, au doctorat et au postdoctorat	14



**Tableau 8.** Sources documentaires détaillées pour le comité Diversité Physique.

<b>Corpus</b>	<b>Descriptif</b>	<b>Nombre de pages</b>
Page web sur le site officiel du Département de physique	Décrit le mandat, offre des ressources et une adresse de contact	
Page Facebook du Comité Diversité Physique		
Espace de stockage infonuagique privé	17 photos prises durant des événements	
	Documents Powerpoint pour les présentations de formation au climat de travail respectueux faites dans le cours d'Introductions aux disciplines de la physique (PHY1111)	35
	Rapport : Sondage départemental du comité Diversité Physique de l'UdeM (2015)	12
	Rapport : Résultats du sondage du comité Diversité Physique d'hiver - fréquentation des étudiants et étudiantes de premier cycle du café étudiant 2018	28
	12 procès-verbaux de réunion (2015 à 2016)	46
	Rapport de rencontre avec le Bureau d'Intervention en Matière de Harcèlement	2
	Rapport annuel présenté à l'assemblée Départementale (2016)	3

**Tableau 9.** Description des observations ethnographiques.

Type	Période	Durée d'observation	Nombre de pages	Description
Conférences	Janvier à mars 2015 ; février 2017 à juillet 2019	42 heures	284 pages de notes manuscrites	10 conférences départementales, 8 conférences du groupe de physique des particules (GPP), 9 conférences du sous-groupe en théorie du GPP, 6 conférences de stagiaires d'été (de 30 minutes chacune), 4 conférences d'embauche de professeur au GPP, 2 conférences de la tournée de chercheur·e·s de l'institut en physique des particules IPP, 2 conférence du Réseau québécois en matériaux de pointe (RQMP), 1 soutenance de thèse
Club de lecture GPP	Décembre 2017 à mai 2019	14 heures	20 pages de notes manuscrites	
Workshop for Women in Physics à l'International Center for Theoretical Physics (ICTP)	12 au 16 octobre 2015		40 pages de notes manuscrites	28 pages de griffonage lors des pauses et 12 pages de notes ethnographiques rédigées à la fin de l'événement
Journal réflexif projet sur les mésons B	Septembre 2015 à mars 2016, septembre 2016 à avril 2017		20 pages	Notes concernant les avancées dans le projet en physique ainsi que des notes réflexives sur mes perceptions et sentiments
Observation détaillée des lieux	Juin 2018			50 de photos des corridors, portes de bureau et mosaïques étudiantes.

# Annexe C

---

## Grille d'entretien

Cette entrevue portera sur vos motivations et aspirations en tant que membre du comité et sur vos positions face à la sous-représentation des femmes et des minorités en science.

Question de recherche : En quoi l'émergence d'un comité départemental axé sur les femmes et les minorités reflète une négociation entre sa culture organisationnelle et la littérature sur la diversité en STIM ?

Avez-vous des questions par rapport à cette recherche où au formulaire de consentement ?

### 1 (Rôles du comité)

- Comment concevez-vous le rôle du comité D-PHY ?
- Au niveau du département, de l'université ou de la société ?
- Si le comité devait se dissoudre à l'instant, quels legs ou influences laisserait-il ? par rapport au moment précédant sa création par exemple.

### 2 (Actions du comité)

- Pouvez-vous me décrire une action du comité D-PHY dans laquelle vous avez contribué ?
- De quelle façon cette action contribue à changer la culture du département de physique ou celle de l'UdeM ?

### 3 (Connaissances)

- Quelles expertises, connaissances ou savoirs apporte le comité D-PHY au département de physique ?
- D'où proviennent les idées (expertises, connaissances ou savoirs) quant aux enjeux et actions à mener par le comité D-PHY ?
- Et de manière personnelle, où puisez-vous vos idées ?

4 (KKC : Savoirs liminaux et Auto-compréhension)

- Comment caractériseriez-vous les limites du savoir accumulé par D-PHY ?
- D-PHY a-t-il fait des erreurs en tentant d'aborder la diversité au département ?
- Comment validez-vous la réussite d'une action ou activité ?
- Y a-t-il des éléments de diversité dans lequel D-PHY n'est pas intéressé ?
- Comment le comité D-PHY peut-il s'assurer d'aborder tous les types de diversité ?
- Pensez-vous qu'il y a des aspects de la diversité qui sont omis par le comité D-PHY ?

5 (Éléments omis : conciliation travail-famille, langue de travail)

- Quelle importance accordez-vous à l'enjeu de la conciliation travail-famille par rapport aux mandats du comité D-PHY ?
- Quelles actions ont été menées par le comité D-PHY quant à la conciliation travail-famille ? Pourquoi n'y a-t-il eu aucune action quant à cette partie du mandat ?
- Que pensez-vous de l'affirmation suivante : « Avoir le français comme langue maternelle est un gros désavantage pour une carrière dans le milieu universitaire. »

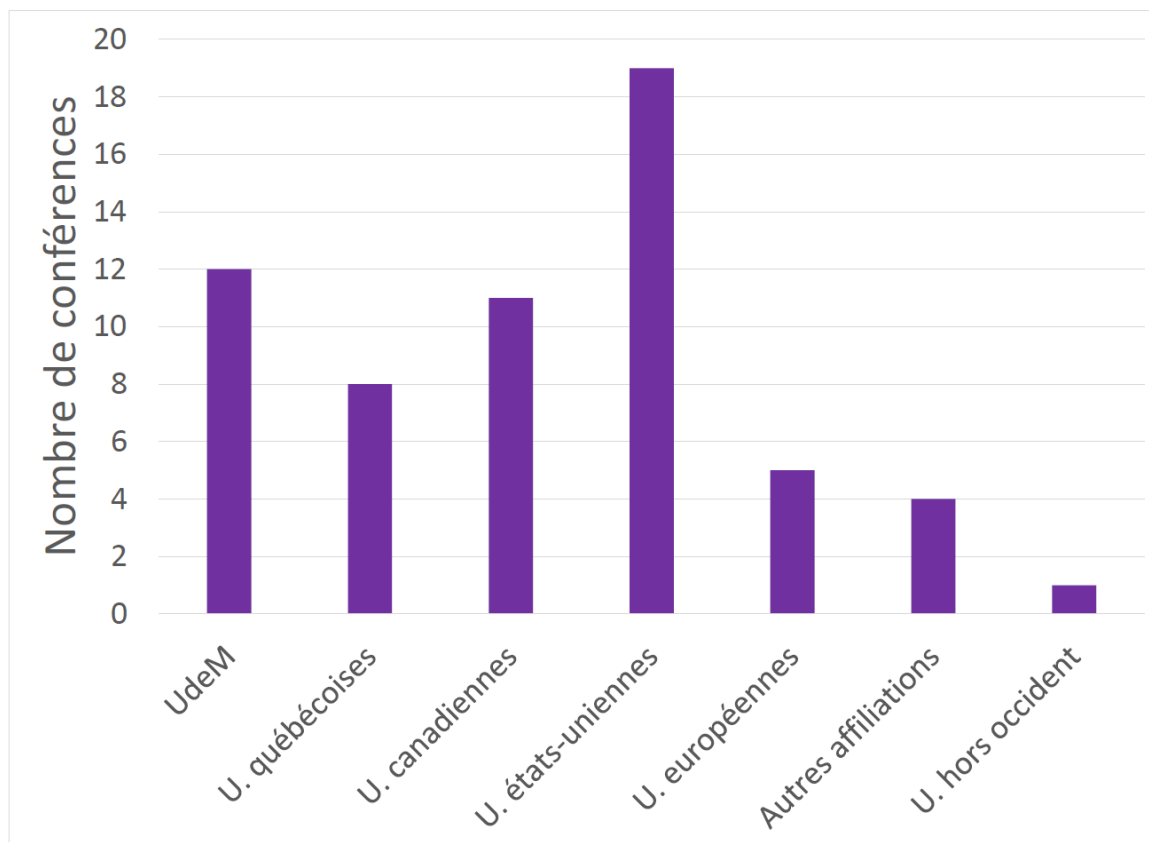
# Annexe D

---

## Statistiques sur les conférences départementales

J'ai scruté l'ensemble des conférences pour la période allant de janvier 2017 à décembre 2019. À partir de leur l'institution d'attache des 60 conférenciers et conférencières, j'ai attribué une catégorie : UdeM, universités québécoises, universités canadiennes, universités états-uniennes, universités européennes, autres affiliations, et universités hors occident. Ici, la catégorie « universités québécoises » exclut l'UdeM, de même, la catégorie « université canadienne » exclut les universités québécoises. Les universités européennes répertoriées sont situées en Angleterre, Suisse, Suède et République tchèque. La catégorie « autre » représente les conférenciers et conférencières qui n'étaient pas affiliées à une université et l'ensemble de ces personnes sont affiliées à une organisation canadienne. Un seul conférencier n'était pas affilié à une université occidentale soit la King Abdullah University of Science and Technologie (KAUST) située en Arabie Saoudite. En fait, il a été embauché l'année suivante par le Département de physique de l'UdeM. Je présente les résultats de cette analyse à la Figure 31.

Pour expliquer cette distribution d'institutions d'attache, la proximité géographique prime et se justifie par des coûts de déplacement moindre : 58 % (35/60) sont les organisations canadiennes (UdeM, universités québécoises, universités canadiennes, autres affiliations) et 32 % (19/60) sont des universités états-uniennes. Toutefois, pour l'année scolaire 2019-2020, l'ensemble des conférences ont lieu en ligne et selon une recension rapide effectuée, les proportions sont similaires. En somme, à défaut d'un effort et d'une réflexion profonde par les professeurs et professeures du Département de physique, la conférence départementale ne reflète par le caractère « international » de la physique en particulier les recherches menées dans des institutions hors occident. Il s'agit, à mon avis, d'un enjeu de justice sociale.



**FIGURE 31.** Institution d’attache des conférenciers et conférencières de la conférence départementale entre janvier 2017 et mai 2019.

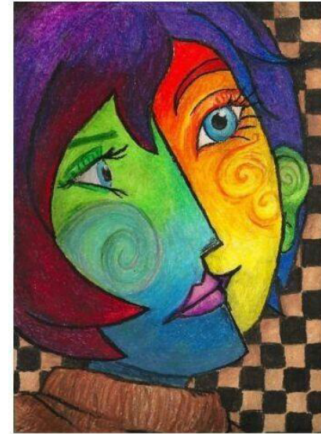
# Annexe E

---

## Diapositive examen pré-doctoral

La dualité ethnographe-physicienne:  
une zone d'échange entre cultures  
épistémiques, la construction de théories  
scientifiques et le féminisme en sciences

Examen pré-doctoral partie orale  
30 novembre 2015  
Mirjam Fines-Neuschild



**FIGURE 32.** Diapositive de titre de l'examen prédoctoral.