

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

EXPLORER LA CULTURE D'UNE ÉQUIPE MULTICULTURELLE DÉLOCALISÉE
D'UN PROJET SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL

RAPPORT

PRÉSENTÉ À

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI

comme exigence partielle

du programme à la maîtrise en gestion de projet

PAR

MARIE-NADINE LAMONTAGNE

Novembre 2009

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI
Service de la bibliothèque

Avertissement

La diffusion de ce mémoire ou de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire « *Autorisation de reproduire et de diffuser un rapport, un mémoire ou une thèse* ». En signant ce formulaire, l'auteur concède à l'Université du Québec à Rimouski une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de son travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, l'auteur autorise l'Université du Québec à Rimouski à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de son travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits moraux ni à ses droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, l'auteur conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont il possède un exemplaire.

REMERCIEMENTS

À mes grands-mères

J'aimerais remercier mes directeurs de recherche, M. Bruno Urli et M. Farid Ben Hassel pour leur patience et leur confiance pendant ces trois dernières années. Un remerciement sincère aux membres de l'équipe Pixel qui ont généreusement accepté de partager leur expérience professionnelle et personnelle.

Je ne peux aussi passer sous silence les longues discussions avec Mme Phanie Rioux, merci pour ton énergie et tes encouragements, ainsi que Mme Louise Gagon-Arguin qui m'a donné des conseils sages et précieux pour l'écriture de ce mémoire.

Un merci tout particulier à mon cher et tendre époux qui m'a permis de vivre cette expérience. Merci pour ton soutien indéfectible pendant ces longues années. Enfin, à ma famille et mes amis, de près ou de loin, qui m'ont accompagnée par leurs encouragements, chacun à leur manière, tout au long de ce parcours. Merci à tous.

AVANT-PROPOS

Par cette introduction, j'ai voulu présenter l'origine de mes réflexions et de mon cheminement qui a conduit à l'élaboration de cette recherche.

Les circonstances de la vie m'ont menée en Suisse, dans un univers inconnu. La vie d'expatriée était une nouvelle aventure. Mais le plus important, c'est la découverte d'un univers particulier, les scientifiques. J'ai passé six mois à discuter avec des gens lors de rencontres sociales et j'ai commencé à observer. Lors de ces rencontres, ils semblaient tous intéressés par mon domaine d'étude, car ils étaient dans une phase critique d'un projet de grande envergure. De plus, ils se demandaient pourquoi je ne ferai pas ma recherche sur « eux ». De discussion en discussion, et en toute impunité, j'ai commencé à préciser mes questions, je voulais comprendre leur mode de fonctionnement, le style de leadership, les structures organisationnelles et des relations de ce « melting-pot » de nationalités.

Pendant ce temps, j'avais déjà amorcé mon mémoire de recherche. Après une longue réflexion, j'ai décidé de changer de sujet. Toutes ces discussions avaient allumé ma curiosité! Ne reculant devant rien, j'allais maintenant travailler sur les équipes multiculturelles délocalisées de grandes collaborations scientifiques de projets innovants.

Tout semblait si loin de la théorie apprise pendant mon année de cours à la maîtrise en gestion de projet. Alors, s'engage l'aller-retour entre la théorie et le terrain. Ce que je lis sur la culture, le leadership, la motivation, la culture organisationnelle, la gestion

internationale ou encore la structure organisationnelle ne correspond pas tout à fait à la réalité observée sur le terrain. Alors, force de constater que si je poursuis mon aventure d'étude sur les équipes de travail interculturelle de grands projets scientifique, je n'avais d'autre choix que de faire une étude de cas de type exploratoire.

Enfin, je me permets d'ouvrir une parenthèse pour vous parler d'un endroit unique au CERN, la cafétéria! Là, où les idées germent, là, où l'atmosphère du CERN est palpable... Sur la terrasse de pierre plate, à l'ombre des arbres avec vue imprenable sur le Mont-blanc, c'est mon endroit préféré. Le chemin jusqu'à votre table sera une chanson de plusieurs accents et de langues. Les vagues successives du nord au sud des gens qui viennent se ravitailler. On peut y croiser des « Prix Nobel »! Les étudiants d'été qui y organisent des jeux le soir venu. Il y a aussi les discussions, décisions et négociations qui se passent entre collaborateurs autour d'une table. Parfois, les physiciens rencontrent les journalistes pour une entrevue. Anecdote, la légende veut qu'ATLAS soit en quelque sorte naît au restaurant I du CERN. Après une visite de la caverne d'ATLAS et du musée interactif du CERN, la cafétéria fait partie de notre tour guidée pour nos invités. La nourriture y est excellente et, selon mon humble opinion, c'est le cœur du CERN.

N'ayez crainte, la suite de ce document sera rédigé dans un style plus académique. Et même, si cette introduction vous semble un peu ludique dans sa rédaction, j'espère qu'elle vous aura donné envie de lire les quelques pages qui suivent.

RÉSUMÉ

Les grandes collaborations internationales traversent les frontières et, de ce fait même, posent de nouveaux défis dans le domaine de la gestion de projet. Ces défis apparaissent lorsque des individus de différentes institutions, de différents pays et de différentes valeurs socioculturelles doivent partager responsabilités, décisions et leadership d'une équipe de travail. La collaboration internationale en physique des hautes énergies est devenue un point de passage pour l'avancement de la science. Toutefois, les organisations scientifiques sont un terrain de recherche quasi inexploré par le domaine de la gestion de projet. Nous n'avons pas été à même de recenser un seul écrit francophone portant sur la gestion de projet et les collaborations scientifiques de la physique des hautes énergies (PHE), seuls quelques travaux anglophones remplissent se vide.

Les grands projets scientifiques adressent des enjeux qui concernent de près le management interculturel et proposent l'étude de nouveaux modèles de gestion. Les équipes des grands projets scientifiques ont évolué en marge des pratiques du management traditionnel. En fait, ces équipes interculturelles ont joui d'une autonomie suffisante pour pouvoir définir leurs propres modes de fonctionnement. Ces grandes équipes de projet s'organisent de façons non bureaucratiques, se caractérisent par une structure horizontale, un processus décisionnel démocratique et consensuel, et savent tirer profit de la diversité culturelle de l'équipe afin d'atteindre un but commun.

Cette étude de cas de type exploratoire brosse un large tableau des divers aspects de l'influence de la culture sur les dynamiques de fonctionnement d'une équipe multiculturelle d'un grand projet scientifique internationale. Cette étude s'appuie sur des données qualitatives recueillies lors d'entrevues avec douze membres de l'équipe du Projet Pixel délocalisée au CERN. Bien que cette recherche n'ait pas de portée universelle, l'objectif de cette recherche est de fournir des indicateurs pour tracer les contours de ce secteur inexploré et de permettre à d'autres chercheurs de formuler des hypothèses pour ainsi développer un *corpus* de connaissances propre aux spécificités de la gestion de projet dans le domaine de la recherche scientifique.

Mots-clefs : Gestion de projet, collaboration scientifique, culture, équipe multiculturelle, management interculturel

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	II
AVANT-PROPOS.....	III
RÉSUMÉ	V
TABLE DES MATIÈRES	VI
LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES FIGURES	X
GLOSSAIRE	XI
INTRODUCTION.....	I
CHAPITRE 1 LA REVUE DE LITTÉRATURE.....	7
1.1 LA GESTION DE PROJET.....	8
1.1.1 Historique de la gestion de projet.....	8
1.1.2 La gestion de projet.....	14
1.1.3 L'innovation et le projet scientifique.....	17
1.2 LA CULTURE	20
1.2.1 La notion de la culture.....	21
1.2.2 L'influence culturelle sur l'individu.....	25
1.2.3 Le management interculturel.....	27
1.2.4 Les équipes multiculturelles	28
1.2.5 Vers une gestion unique?.....	32
CHAPITRE 2 LA PHYSIQUE DES PARTICULES, LE CERN ET ATLAS.....	34
2.1 LA PHYSIQUE DES HAUTES ÉNERGIES	34

2.1.1 <i>L'évolution des grandes collaborations : une brève histoire</i>	37
2.1.2 <i>Un modèle équivalent à l'industrie ?</i>	41
2.2 LE CERN, LE LHC ET L'EXPÉRIENCE ATLAS	50
2.2.1 <i>Le CERN</i>	51
2.2.2 <i>Terra incognita du LHC</i>	54
2.2.3 <i>L'expérience ATLAS</i>	57
CHAPITRE 3 LA MÉTHODOLOGIE	67
3.1 LA NATURE DE LA RECHERCHE.....	67
3.2 PROTOCOLE DE RÉALISATION	69
3.2.1 <i>Sélection de l'échantillonnage</i>	71
3.2.2 <i>Outils de collecte</i>	73
3.2.3 <i>Éthique de recherche</i>	77
3.2.4 <i>Entrevue</i>	78
3.2.5 <i>Analyse des données et codification</i>	80
3.2.6 <i>Présentation des extraits d'entretien</i>	81
CHAPITRE 4 LES RÉSULTATS	82
4.1 HISTORIQUE ET STRUCTURE DE L'ÉQUIPE DU PIXEL	82
4.1.1 <i>Nature et origine du projet</i>	83
4.1.2 <i>Structure organisationnelle</i>	90
4.2 L'ANALYSE DES DONNÉES	98
4.2.1 <i>Expérience multiculturelle et projet des membres de l'équipe</i>	99
4.2.2 <i>La communication interculturelle</i>	101
4.2.3 <i>Dynamique de fonctionnement de l'équipe projet</i>	107
4.2.4 <i>L'influence de la culture</i>	117
4.2.5 <i>Le questionnaire de projet</i>	123
4.3 LE PILOTAGE D'UN PROJET ET LA MOTIVATION	129

4.3.1 <i>Le pilotage d'un projet scientifique</i>	129
4.3.2 <i>La motivation des scientifiques</i>	132
5.1. <i>Le groupe multiculturel et le management interculturel</i>	134
5.2 <i>L'équipe du Pixel</i>	145
5.3 <i>Résumé : les leçons apprises</i>	149
CONCLUSIONS ET PISTES DE RECHERCHE FUTURES	151
<i>Les limites de la recherche</i>	152
<i>Les pistes de recherche futures</i>	154
BIBLIOGRAPHIE	155
ANNEXES	161
ANNEXE 1 : ATLAS CHRONOLOGIE	162
ANNEXE 1 : INVITATION.....	163
ANNEXE 2 : LETTRE DE CONSENTEMENT.....	164
ANNEXE 3: QUESTIONNAIRE	165

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 3.1 L'échantillon des répondants par pays</i>	<i>72</i>
<i>Tableau 3.2 La diversité culturelle et position dans l'institution de l'échantillon.....</i>	<i>73</i>
<i>Tableau 4.1 Expérience multiculturelle et projet des participants.....</i>	<i>100</i>
<i>Tableau 4.2 L'équipe américaine et la maîtrise d'une autre langue</i>	<i>103</i>
<i>Tableau 5.1 Gestion de la diversité culturelle (tiré de Adler, 2004).....</i>	<i>135</i>
<i>Tableau 5.2 Facteurs et valeurs favorisant l'élaboration de modes de fonctionnement.....</i>	<i>144</i>

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1.1 Domaines d'expertise nécessaires à l'équipe de management de projet (PMI, 2003).....</i>	<i>17</i>
<i>Figure 1.2 Tableau des systèmes de Hall, Cultures monochrones/ Cultures polychrones.....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 1.3 Tableau des dimensions culturelles.....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 1.4 Carte d'influences culturelles sur l'individu (tirée de Dupriez et Simons, 2000).....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 2.1 : LHC et les quatre expériences.....</i>	<i>56</i>
<i>Figure 2.2 : Le détecteur ATLAS.....</i>	<i>58</i>
<i>Figure 2.3 : Carte des pays participants à ATLAS.....</i>	<i>61</i>
<i>Figure 2.4 : ATLAS Organigramme.....</i>	<i>64</i>
<i>Figure 4.1 : Installation du Détecteur Pixel au cœur d'ATLAS.....</i>	<i>85</i>
<i>Figure 4.2 : Proposition d'un organigramme de l'équipe Pixel.....</i>	<i>94</i>
<i>Figure 4.1 Deux modèles de développement de produit (Lansiti, 1998) tiré de Garel (2003).....</i>	<i>131</i>
<i>Figure 5.1 : Influence de la culture sur l'individu dans un projet scientifique en physique des particules adaptée de Dupriez et Simons (2000).....</i>	<i>142</i>

GLOSSAIRE

Accélérateur : Machine qui accélère des faisceaux de particules et les porte à des énergies élevées. On utilise des champs électriques pour accélérer les particules et des aimants pour les guider et les focaliser. Les faisceaux peuvent entrer en collision entre eux ou avec une cible fixe.

ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS): Une des quatre grandes expériences qui étudieront les collisions au LHC. Tout au long de cette étude, le nom «ATLAS» réfère à trois sens différents ; 1) au détecteur, soit la machine elle-même, 2) à l'expérience, soit les activités de recherches liées au détecteur ou 3) à la collaboration.

Boson de Higgs : Particule, non encore découverte, dont l'existence permettrait d'expliquer comment les particules ont acquis leur masse. Le boson de Higgs pourrait être détecté grâce au LHC.

Collisionneur de particules : Un collisionneur est un accélérateur circulaire dans lequel on réalise des collisions entre particules provenant de faisceaux circulant en sens inverse et interagissent en des points de collision déterminés.

CERN: Organisation européenne pour la recherche nucléaire située à Genève

Détecteur : Dispositif servant à mesurer des propriétés des particules. Certains détecteurs mesurent les traces laissées par les particules, d'autre l'énergie. Le terme désigne aussi les immenses installations composites formées de multiples éléments de détection plus petits. Dans les grands détecteurs du LHC, chaque couche d'instruments a une tâche bien déterminée.

Faisceau : Dans un accélérateur, les particules sont rassemblées en un faisceau. Les faisceaux peuvent contenir des milliards de particules et peuvent être divisés en paquets. Chaque paquet mesure ordinairement plusieurs centimètres de long, mais seulement quelques micromètres de large.

LEP : (Large Electron-Positron Collider, Grand collisionneur électron-positon) Grand collisionneur électron-positon, en service au CERN jusqu'en 2000.

LHC : (Large Hadron Collider, Grand collisionneur de hadrons) Grand collisionneur de hadrons ; le plus grand accélérateur du CERN.

PHE : Réfère à l'expression anglaise: *High-Energy Physics (HEP)*. Seule la littérature anglophone traite du domaine HEP. Cette expression ne semble pas avoir d'équivalent en français, il pourrait se traduire comme suit : le domaine de la physique des *hautes-énergies*, traduit par l'acronyme PHE

Pixel : Tout au long de cette étude, le nom «Pixel» réfère à trois sens différents ; 1) au détecteur, soit la machine elle-même, 2) à l'expérience, soit les activités de recherches liées au détecteur ou 3) à la collaboration.

PMI : Créé aux États-Unis en 1969, le PMI (Project Management Institute) est une association qui rassemble et organise les professionnels du projet.

AFITEP : Association Francophone de Management de Projet participe à partir de 1982 à rassembler et organiser les professionnels du projet.

IPMA : l'International Project Management Association fédère une quinzaine d'associations européennes, dont l'AFITEP.

Les principaux sites d'accélérateurs de particules sont :

CERN : (Organisation européenne pour la recherche nucléaire) situé à la frontière franco-suisse, près de Genève. Un grand collisionneur de

DESY : (Deutsche Electronen Sychrotron) situé à Hambourg, en Allemagne.

SLAC : (Stanford Linear Accelerator Center), situé près de Palo Alto, aux Etats-Unis.

FERMILAB : ou FNAL (Fermi National Accelerator Laboratory), situé près de Chicago, aux Etats-Unis. Son installation principale est le Tevatron, collisions de protons et antiprotons.

BNL : (Laboratoire National de Brookhaven), situé à Long Island, aux Etats-Unis.

INTRODUCTION

Au cours du dernier siècle des équipes de scientifiques spécialistes ont largement remplacé le scientifique indépendant, de même que les activités de Recherche et Développement (R&D) des laboratoires ont largement remplacé l'inventeur autonome. Tout comme pour le commerce international, l'expansion des collaborations scientifiques s'est accélérée après la Deuxième Guerre mondiale. Cette tendance apparaît dans presque toutes les données sur la recherche scientifique (Chompalov, 1998). Les disciplines des sciences de l'espace, de la géophysique, de l'océanographie et de la physique ont une longue tradition de collaborations internationales (Chompalov, 1998). Ce phénomène est clairement présent dans le domaine de la physique des particules des hautes énergies (PHE) dans sa quête toujours plus exigeante vers l'infiniment petit.

Toutefois, les organisations scientifiques sont un terrain de recherche quasi inexploité par le domaine de la gestion de projet. Aucun écrit francophone n'a été recensé portant sur la gestion de projet et les collaborations scientifiques de la physique des hautes énergies (PHE). Seuls quelques travaux anglophones remplissent ce vide. La recherche sur les grandes collaborations scientifiques dans le domaine de la physique a été dominée principalement par les historiens, sociologues et anthropologues (Knorr-Cetina, 1992; Latour, 1983; Kridge, 1999; Chompalov, 1998) qui ont documenté des collaborations particulières et ont démontré leur importance pour comprendre de nouvelles formes d'organisation sociale, la construction de la culture et les changements des relations organisationnelles (Chompalov et coll. 2002).

Comme le mentionne Knorr-Cetina (1999), les enquêtes sur la culture de travail des équipes de projets scientifiques ne font que commencer¹. Les équipes des grands projets scientifiques ont évolué en marge des formes et pratiques du management traditionnel, malgré le fait qu'ils adressent des enjeux qui concernent de près le management interculturel et proposent l'étude de nouveaux modèles de gestion.

Ces projets scientifiques sont complexes et ils requièrent la coopération d'organisations dont les gestionnaires proviennent de différents pays où les façons de faire sont différentes (Shore et Cross, 2004). La plupart des gestionnaires qui travaillent dans des projets internationaux reconnaissent l'influence de la culture sur la gestion de projet. Mais comment la culture influence-t-elle le management demeure une question ouverte. (Shore et Cross, 2005). Ce fait est également reconnu par Henrie et Sousa-Poza (2005) qui ont révélé que bien que la culture ait été identifiée comme une cause d'échec d'un projet (Kinsmore, 1984; Jaeger et Kanungo, 1990; Verma, 1995; Muriiti et Crawford, 2003), la littérature en gestion de projet montre que la culture ne constitue pas un champ de recherche distinct des autres efforts de recherche, et la probabilité de trouver des références à ce sujet est minimale². En effet, la littérature en gestion de projet se concentre

¹ Dans son livre Knorr-Cetina (1999), présente une brève revue de la littérature sur le domaine de la physique des particules. Elle mentionne huit livres sur les modèles théoriques (Gibbens 1987; Gregory 1988; Park 1988; Rae 1986; Sachs 1988; Tarozzi and van der Merwe 1988; Selleri 1990; Zee 1989) et deux livres sur l'histoire contemporaine (Pickering 1984; Galison 1987). Elle connaît qu'un seul livre publié sur les études empiriques et ethnographies sur les expériences contemporaines en physiques des hautes énergies par Traweek (1988a). Enfin, elle constate que les études sur la culture de travail des équipes de projets scientifiques ne font que commencer (Merz et Knorr Cetina 1997 et Knorr Cetina 1999).

² Henri et Sousa-Poza ont fait la recension de la revue de la littérature d'article traitant de la culture et la gestion de projet entre 1993 à 2004. Ils ont recensé 770 articles dans deux revues majeures de niveau académique (International Journal Project et Project Management Journal) dans le domaine de la gestion projet. De ceux-ci, 41 articles ont été retenus. Seuls ont été conservés les articles qui comportaient une référence significative et définitive de la culture et le domaine de la gestion de projet. La revue des livres pour

plus sur les outils, les processus et les techniques que la culture (Henrie et Sousa-Poza, 2005).

Shore et Cross (2005) sont parmi les rares auteurs en gestion qui se sont intéressés à l'influence de la culture sur le management de grand projet scientifique internationale. Ils présentent quatre motivations principales à leur étude. Premièrement, bien qu'ils soient peu nombreux, chacun de ces projets représente des investissements importants pouvant atteindre des milliards de dollars. Deuxièmement, parce qu'ils sont si rares et coûteux, l'échec éventuel de tels projets peut avoir des conséquences graves sur l'avenir des projets scientifiques, en particulier sur les aspects politiques et financiers. Troisièmement, la gestion d'équipe, et non seulement la pertinence scientifique, peut faire la différence entre l'échec ou le succès d'un projet. La compréhension de la gestion efficace d'un grand projet scientifique peut donc aider à l'atteinte de ses objectifs. Quatrièmement, les leçons apprises de ces projets pourraient trouver des applications importantes, puisque la mondialisation des activités industrielles mondiales favorise de plus en plus l'expansion de la recherche et développement, en plus de celle de la fabrication et de la commercialisation (Boghani, Onassis, Benagadji et Bijl, 1999 ; Laudel, 2001 ; Hicks et Katz, 1996 ; Eriksson et coll., 2002 ; cité par Shore et Cross, 2003).

Ainsi, il est laborieux de trouver une structure appropriée pour cette étude, comme la recherche et la littérature concernant la culture et la gestion de projet traitent généralement

la même période montre que 53 des 93 auteurs, comportait de l'information sur la culture. La revue des livres montre clairement que les auteurs dans le domaine de la gestion de projet n'allouent pas un nombre de pages important aux enjeux de la culture, organisation, la gestion du personnel, la gestion des ressources, des individus, du leadership et de la communication.

d'organisations plus conventionnelles. Cette recherche met l'accent sur l'influence de la culture sur le fonctionnement d'une équipe multiculturelle d'un grand projet scientifique international. En gestion, le terme culture réfère couramment à la culture nationale et à la culture organisationnelle (Fréchet, 2003). La réflexion proposée ici se situe dans le prolongement des travaux des auteurs; Adler, 1997; Hofstede, 1991; Trompenaars, 1994, sur la culture dans les sciences de la gestion. Cependant, cette recherche laissera tomber de côté les mécanismes liés aux chocs des cultures et abordera le sujet du point de vue de la coopération entre les membres d'une équipe.

Le but de l'étude est comprendre les dynamiques complexes de fonctionnement de la gestion des groupes multiculturels d'une collaboration internationale dans un milieu scientifique dans le domaine de la physique des particules. Plus généralement, cette recherche sur la gestion des équipes multiculturelles veut répondre à la question suivante : comment fonctionnent et coopèrent les membres d'une équipe multiculturelle délocalisée d'une grande collaboration scientifique en physique des particules?

Afin d'orienter notre recherche, nous avons posé les questions suivantes :

- Quel est le type de leadership? Comment se fait la prise de décision?
- Les gestionnaires du personnel sont eux-mêmes des physiciens : comment gèrent-ils une équipe multiculturelle dans le milieu de la science? À quel point est-ce que le savoir fait guise d'autorité?
- Quelle est l'expérience internationale et/ou de projet des membres de l'équipe Pixel?

- Quel est l'environnement de travail; est-ce que les individus sont autonomes, créatifs? Quelles sont leurs motivations?
- Est-ce que la culture métier (socioprofessionnelle) est un déterminant primordial pour ce type d'équipe? Si les caractéristiques de la culture métier et de la culture individuelle (identité individuelle) sont plus élevées au niveau de la hiérarchie de valeurs, alors éclipsent-elles l'impact de la culture nationale dans ce type d'équipe multiculturelle?

Le sujet de recherche est l'équipe du projet du Pixel du détecteur ATLAS situé à l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN). Le projet Pixel rassemble plus de cent scientifiques de huit pays et de treize institutions. Abordant un sujet nouveau, l'étude d'une équipe de travail d'un projet scientifique innovant, ce projet offre un riche environnement pour étudier la gestion de projet et le multiculturalisme dans le cadre d'une étude de cas de nature exploratoire. Le premier objectif est de comprendre le fonctionnement d'une équipe multiculturelle d'une grande collaboration scientifique dans un contexte de gestion de projet. Le deuxième objectif de cette recherche est de fournir des indicateurs pour tracer les contours de ce secteur inexploré, pour permettre à d'autres chercheurs de formuler des hypothèses, et ainsi, de développer un *corpus* de connaissances et d'instrumentations propre aux spécificités de la gestion de projet scientifique.

Le prochain chapitre, *la revue de littérature*, fait état des principales théories abordées par la problématique. Ainsi, les définitions, les concepts-clefs et l'état de la recherche dans les domaines de la gestion de projet et la culture seront présentés. Le

chapitre deux formule les caractéristiques spécifiques de la « réalité » de l'environnement de la physique des particules afin de faciliter la compréhension de la problématique et l'analyse des données recueillies. Le chapitre trois, *la méthodologie*, décrit les différentes étapes de la méthodologie qualitative qui ont été utilisées pour recueillir, traiter et analyser les données. Le chapitre quatre, *l'analyse des résultats*, présente des extraits d'entrevues des membres de l'équipe Pixel, suivis par les observations du chercheur en s'appuyant sur la littérature. Le chapitre cinq, *discussions des résultats*, vise à clore cette recherche en discutant du résultat des entrevues. Finalement, la *conclusion* présente la contribution de cette recherche, de ses limites et d'éventuelles futures pistes de recherche.

CHAPITRE 1 LA REVUE DE LITTÉRATURE

Les grandes collaborations internationales traversent les frontières et, de ce fait même, posent de nouveaux défis dans le domaine de la gestion de projet. Ces défis apparaissent lorsque des individus de différentes institutions, de différents pays et de différentes valeurs socioculturelles doivent partager responsabilités, décisions et leadership d'une équipe de travail.

Certes, le commerce international existe depuis des siècles. Mais, de toute évidence, nous sommes entrés dans une ère d'activité économique mondiale sans précédent (Adler, 1994). Au cours des années 80, cet énoncé : « le succès d'une entreprise passe par la mise au point d'une stratégie mondiale », devient une réalité pour les dirigeants de grandes entreprises et les théoriciens de la gestion. Pourtant, il a fallu attendre jusqu'au début des années 90 pour que notre connaissance du comportement organisationnel international et de la gestion internationale des ressources humaines prît le même essor (Adler, 1994). Ainsi, la gestion internationale, la gestion d'équipe multiculturelle ou la gestion interculturelle est un domaine récent de recherche.

Les individus et leur culture sont communs à tout projet (Henrie & Sousa-Poza, 2005). Dans le domaine de la gestion de projet, les personnes engagées dans un projet peuvent être source de succès ou d'échec de celui-ci. La Culture et ses influences a aussi été identifiée comme une cause d'échec dans les projets (Dinsmore, 1984; Jaeger & Kanungo, 1990 ; Verma, 1995; Muriithi & Crawford, 2003). Or, dans les dernières

décennies, le succès a été défini dans le domaine de la gestion de projet en règle générale par les critères de temps, de budget et des livrables (Atkinson, 1999).

Ce chapitre vise à présenter et préciser les variables étudiées dans le cadre de cette recherche. La première section traite de la gestion de projet et il sera question, dans la deuxième section, des concepts de la culture dans le domaine des sciences de la gestion. Finalement, le chapitre 3 sera consacré au domaine de la physique des particules et de l'expérience ATLAS afin de permettre au lecteur de bien circonscrire le contexte de la recherche dans ce domaine.

1.1 LA GESTION DE PROJET

Face aux développements économique, social et technologique, la gestion de projet n'a cessé de se transformer, à la fois dans son style de gestion et ses formes d'activités. La première partie présente l'évolution de cette discipline et du savoir gestionnaire sur ce mode de coordination spécifique qu'est le projet. La deuxième partie propose différentes définitions de la gestion de projet. Et enfin, la troisième partie précise les enjeux de la gestion projet dans un contexte de projet scientifique.

1.1.1 Historique de la gestion de projet

Une histoire de la gestion de projet impliquerait de remonter à la réalisation de grands travaux dans l'Antiquité égyptienne ou chinoise, de tracer l'émergence de la notion d'ingénieur, de la Renaissance à la société préindustrielle (XVII-XVIII ième) et industrielle

(Lenfle et Midler, 2003). On peut noter que le premier récit d'un grand projet est peut-être celui de la tour de Babel³. Fait intéressant à noter, il mentionne la première rupture de communication dans l'histoire concernant un grand projet.

Les projets ont toujours existé dans l'activité humaine. Cependant, « c'est seulement dans la seconde moitié du XXe siècle que la gestion de projet se détache d'autres formes d'activité et qu'elle est identifiée, valorisée et diffusée pour elle-même » (Garel, 2003). Elle est devenue un modèle de gestion. « Nous nous intéresserons ici qu'aux développements récents qui correspondent au développement d'un savoir gestionnaire sur ce mode de coordination spécifique qu'est le projet » (Lenfle & Midler 2003). Lenfle et Midler distinguent deux influences managériales différentes : l'ingénierie anglo-saxonne des grands programmes d'abord, les projets de développements de nouveaux produits dans l'industrie manufacturière ensuite.

La formalisation du « modèle standard » pour les grands projets ingénierie s'est développée aux États-Unis, à l'occasion des programmes militaires ou spatiaux, et des travaux de développement des années 60, sous l'impulsion des milieux professionnels américains réunis au sein du Project Management Institute⁴ (PMI, 1996). Ce modèle va

³ Tout le monde se servait d'une même langue et des mêmes mots. { ... } Ils dirent : « Allons! Bâtissons-nous une ville et une tour dont le sommet pénètre les cieux! Faisons-nous un nom et ne soyons pas dispersés sur toute la terre! » Or Yahvé descendit pour voir la ville et la tour que les hommes avaient bâties. Et Yahvé dit : « Voici que tous font un seul peuple et parlent une seule langue, et tel est le début de leurs entreprises! Maintenant, aucun dessein ne sera irréalisable pour eux. Allons! Descendons! Et là, confondons leur langage pour qu'ils ne s'entendent plus les uns les autres. » Yahvé les dispersa de là sur toute la face de la terre et ils cessèrent de bâtir la ville. Aussi la nomma-t-on Babel, car c'est là que Yahvé confondit le langage de tous les habitants de la terre et c'est là qu'il les dispersa sur toute la face de la terre. (Genèse, chapitre 11, v. 1-9)

⁴ Créée aux États-Unis en 1969, le PMI (Project Management Institute) est une association qui rassemble et organise les professionnels du projet. Le PMI considère les différences sectorielles comme moins importantes

s'affirmer dans l'ingénierie des grands projets unitaires jusqu'à la fin des années 70. Le monde des grands projets devient alors plus risqué, plus exigeant, plus contraint par une logique d'efficacité et de rentabilité, là où dominait le volontarisme politique. Depuis la fin des années 80, ceci a conduit à remettre profondément en cause certains principes du « modèle standard » (Lenfle & Midler, 2003).

« Avant même que le PMI ait formalisé son modèle, l'industrie manufacturière réalisait des projets selon un mode qualifié de taylorien ou de séquentiel » (Garel, 2003). Le développement du concept de projet dans les industries se développe dans un cadre de coordination très différent. À partir des années 70, l'émergence du « modèle séquentiel » se développe dans les grandes industries. À l'instant où le nombre et la complexité des projets imposent une meilleure coordination et intégration des différentes contributions au projet, ce modèle connaîtra, à la fin des années 80, une nouvelle rupture. Lorsqu'il apparaît clairement que la performance des entreprises occidentales en matière de conception de nouveaux produits n'est pas à la hauteur des compétiteurs japonais dans une bataille économique qui, de plus en plus, se joue sur la variété, la qualité et le renouvellement rapide des catalogues par l'innovation (Womack et coll., 1991; Clark & Fujimoto, 1991). Ainsi, de nouvelles démarches de gestion de projets émergentes. Elles donnent un poids plus important au chef de projet et visent à assurer une coopération plus efficace des différents contributeurs au sein du processus de conception (Lenfle & Midler 2003).

que les sujets de préoccupation communs en matière de gestion de projet. La création en France de L'Afitep (ex-Association Française des Techniciens et Ingénieurs en Estimation et Planification, aujourd'hui Association Francophone de Management de Projet) participe à partir de 1982 du même mouvement. De son côté, l'International Project Management Association (Ipma) fédère une quinzaine d'associations européennes, dont l'Afitep (Garel, 2003).

Ce bref historique a permis de montrer les origines et les limites des modèles standard et séquentiel de gestion de projet dans le contexte d'économie de réactivité (Cohendet & Llerena, 1991) des années 80 (Lenfle & Midler, 2003). Les limites de ces modèles, particulièrement dans l'industrie manufacturière, sont à l'origine du développement de *l'ingénierie concourante*⁵ (Garel, 2003). L'enjeu était de permettre aux entreprises de répondre aux nouvelles formes de la concurrence jouant simultanément sur la qualité, la variété, les délais et... l'innovation (Navarre, 1995; cité par Lenfle et Midler, 2003).

« Si c'est l'industrie japonaise qui l'a popularisée comme modalité performante de management des projets, l'ingénierie concourante est en réalité définie dans l'industrie américaine de l'armement à la fin des années 1980 » (Garel, 2003). Le terme d'ingénierie concourante est défini comme une approche systématique intégrant le développement simultané des produits et des processus associés, incluant la fabrication et le soutien logistique. Cette approche prend en considération, dès le démarrage du projet, son cycle de vie depuis sa conception jusqu'à son exploitation, en incluant la qualité, les coûts, la planification et les besoins des utilisateurs (Afitop, 1998, cité par Garel, 2003).

« À la fin des années 1990, la gestion de projet a défini son champ d'action, ses outils, ses organisations et son vocabulaire. Depuis lors, elle a renouvelé ses problématiques dans plusieurs directions » (Garel, 2003). Au-delà de l'enjeu de la rapidité

⁵ C'est Navarre (1992) qui introduit en français le néologisme concourant : « *le concept de concourante et son équivalent français concourant, exprime l'idée de convergence (...). La convergence exprime la simultanéité, mais d'autres dimensions, notamment l'idée d'une direction forte vers laquelle sont mobilisés les efforts donne au concept plus d'espace* » (Garel, 2003).

d'exécution de développement, l'ingénierie concurrente a commencé à soulever la question de sa généralité de ses limites et de nouveaux modèles de gestion de projet sont explorés. Depuis quelques années, l'industrie encourage les chercheurs vers une logique d'exploration interrogeant en cela les fonctions traditionnelles de l'innovation (Garel, 2003).

Ainsi, « depuis la fin des années 1990, les chercheurs étudient le passage de la R&D (Recherche et Développement) à la RID ("I" pour innovation) (Le Masson, 2001) ou s'intéressent à la gestion des "*projets d'offres innovantes*" » (Garel, 2003). Ces projets d'exploration se caractérisent par « des modes de gestion différents des projets de réalisation » (Lenfle & Midler, 2001) et par le « développement de produits ou de procédures sans marché défini *ex ante* et, souvent, sans technologies validées » (Garel, 2003).

Au milieu des années 90, la problématique du management multiprojet émerge dans l'industrie manufacturière, particulièrement dans les secteurs de l'informatique, l'automobile, du bâtiment, des travaux publics et de la pharmaceutique. « Elle apparaît dans les secteurs où la multiplication des fusions et des acquisitions conduit en particulier à s'interroger sur les synergies possibles en R&D et sur la cohérence globale des stratégies et des portefeuilles de projets [Aggeri, 2000] » (Garel, 2003).

Le management multiprojets implique tous les niveaux et traverse toutes les fonctions de l'entreprise, c'est pourquoi ces outils sont « destinés à instruire les divers actes de la

gestion, que l'on peut regrouper dans les termes de la trilogie classique : prévoir, décider, contrôler » (Moisdon 1997; cité par Gidel et Thierry, 2004). En fait, elles soulèvent des questions communes relatives à l'articulation entre les axes stratégiques de l'entreprise et les projets, à l'arbitrage et aux intersections entre les ensembles, à l'interaction entre les métiers et les projets, aux types de structures et d'outils à mettre en place pour coordonner les projets d'un même ensemble (Fernex-Walch et Triomphe 2004).

Du projet à la planification stratégique, la gestion de projet s'inscrit dans le système de conception de l'entreprise. Celui-ci se définit comme le produit de l'interaction entre la stratégie de l'entreprise, le management de ses connaissances et le management de ses projets (Ben Mahmoud Jouini, 1998; cité par Garel, 2003). « La planification stratégique consiste à identifier les orientations que doit prendre l'entreprise en fonction du couplage entre, d'une part, les opportunités offertes par l'environnement ou le marché et d'autre part, les possibilités de l'organisation relatives à son mode opérationnel et entrepreneurial⁶ (O' Shaugnessy, 1992) ».

« Jusqu'au début du XXe siècle, l'histoire de la gestion de projet se confond avec celle des techniques ou des professions. L'activité projet n'a pas alors de statut spécifique. La gestion de projet ne devient un modèle de gestion que dans les années 1950 et 1960 » (Garel, 2003). Dès lors, la gestion de projet se formalise et développe des outils, un

⁶ Pour Ansoff, l'entreprise fonctionne selon deux modes de comportement; l'un opérationnel et l'autre entrepreneurial. **Le mode opérationnel** fait référence aux activités courantes ou traditionnelles de l'entreprise et à son plan d'opération. **Le mode entrepreneurial** pour sa part réfère aux nouvelles activités permettant à la fois de consolider la position actuelle de l'entreprise et de favoriser son développement (OShaugnessy, 1992)

vocabulaire, et des modèles propres à sa pratique. Elle s'institutionnalise et donne naissance à un courant de recherche. Depuis les années 90, le domaine de gestion de projet renouvelle ses problématiques et développe de nouvelles pistes de recherches. « Aucun modèle d'organisation des projets ne s'est imposé comme un “*one best way*” face à la variété des types de projet à gérer et des enjeux évolutifs qui leur sont associés » (Garel, 2003).

1.1.2 La gestion de projet

Pour faire suite à cette analyse historique du développement du « savoir gestionnaire » de projet, nous présenterons brièvement, les définitions et les caractéristiques de la gestion de projet avant d'aborder plus précisément la gestion de l'innovation en lien avec les projets scientifiques.

Les définitions développées par le *PMI et AFITEP-IPMA*⁷ sont reconnues par un grand nombre de gestionnaires de projet nord-américain et européen. Bien que sommaires, elles « donnent l'amplitude nécessaire pour circonscrire l'étude des pratiques en gestion de projet selon un mode exploratoire » (Gervais, 2008). Rappelons qu'il faut distinguer la gestion des opérations et la gestion de projet, la première soutenant les activités routinières de l'entreprise tandis que la nature de l'activité projet est « d'atteindre son objectif et par là

⁷ IPMA : L'International Project Management Association fédère une quinzaine d'associations européennes, dont l'AFITEP (Association Francophone de Management de Projet).

même de se terminer » (PMI, 2003). Aux fins de cette recherche, les définitions suivantes ont été retenues. Ainsi, le PMI (2003) définit un projet de la façon suivante :

« Un projet est une entreprise temporaire décidée dans le but de créer un produit, un service ou un résultat unique. » Et ajoute « Le management de projet est l'application de connaissances, de compétences, d'outils et de techniques aux activités du projet afin d'en respecter les exigences. Le management de projet est accompli par l'application et l'intégration des processus de management de projet groupé en : démarrage, planification, exécution, surveillance et maîtrise, et clôture. Le chef de projet est la personne responsable de l'atteinte des objectifs du projet. »

L'AFITEP-AFNOR (1992) définit un projet :

« Une démarche spécifique qui permet de structurer méthodiquement et progressivement une réalité à venir » et ajoute « qu'un projet est défini est mis en oeuvre pour répondre au besoin d'un client (...) et implique des besoins à entreprendre avec des ressources données ».⁸

Afin de définir plus précisément l'activité projet, nous retiendrons cinq caractéristiques habituellement mentionnées dans la littérature. Le projet se caractérise 1) par son caractère unique et spécifique, 2) par un cycle de vie délimité dans le temps par une fin annoncée ex ante, 3) et par des contraintes de performances qui en règle générale se

⁸ Définition citée dans le texte de Lenfle et Midler (2003)

déclinent en terme de délai, de temps et de coût de sa réalisation. Afin de mieux cerner l'ensemble des éléments gravitant autour d'un projet et de décrire les différentes catégories de projets, certains auteurs contemporains ajoutent à ces critères 4) l'importance du processus sociocognitif au sein des équipes de projet (Chanal, 2000) et 5) la diversification des parties prenantes impliquées dans un projet (PMI, 2003). Ces éléments sont autant de préoccupations et de perspectives qui caractérisent la notion de projet.

La compréhension et l'application des connaissances, des compétences, des outils et des techniques généralement reconnus comme étant de bonne pratique ne suffisent pas à assurer un management de projet efficace (PMI, 2003). Le PMI identifie au moins cinq domaines d'expertise que l'équipe de projet doit utiliser pour une gestion efficace; 1) corpus des connaissances en management de projet, 2) connaissance du champ d'application, des normes et réglementations, 3) compréhension de l'environnement du projet, 4) connaissances et compétences générales en management, 5) compétences interpersonnelles.

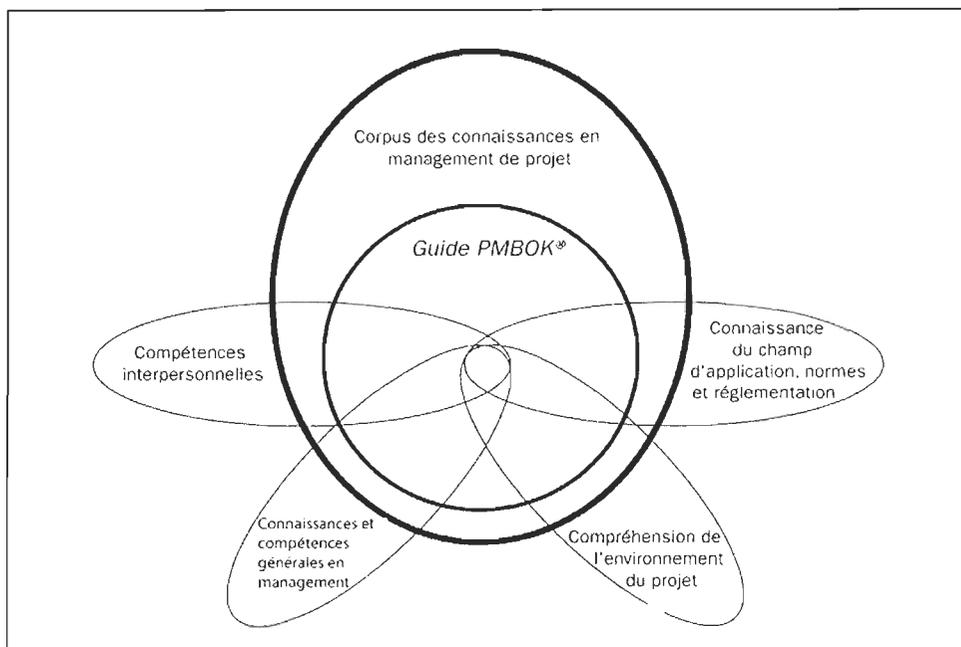


Figure 1.1 Domaines d'expertises nécessaires à l'équipe de management de projet (PMI, 2003)

Presque tous les projets sont planifiés et réalisés dans un contexte social, économique et environnemental, et ont des répercussions autant positives que négatives. Le contexte environnemental, culturel, social, international, politique et physique du projet doit être pris en compte.

1.1.3 L'innovation et le projet scientifique

Les travaux qui abordent les problématiques des projets innovants ou les partenariats d'innovation ont été effectués en général sur l'industrie ou le secteur public. L'innovation est un gage de profitabilité et de survie pour l'entreprise et la réalité des liens inter organisationnels du partenariat s'affirme dans la stratégie d'entreprise (Fréchet, 2003).

Les « idéologies » du secteur scientifique et du secteur privé sont fort dissemblables. En d'autres termes, les milieux scientifiques et industriels « forment des systèmes différents, où la manière d'envisager le temps, la parution des résultats, et plus généralement la tâche opérationnelle est conçue différemment (Kaufmann et Tödting, 2000; cité par Fréchet, 2003). » De fait, les hypothèses développées sur le projet innovant l'ont été à partir de travaux qui abordent la problématique en général dans l'entreprise. Ainsi, il n'est pas possible de défendre *a priori* les pistes retenues comme exclusives aux situations d'innovations des projets scientifiques. Bien que plus discret, et en dépit du traitement relativement faible qu'en fait la littérature, les grands projets scientifiques adressent des enjeux de sociétés significatifs en permettant l'étude de nouveaux modèles de gestion.

Les partenariats d'innovation ne sont pas nouveaux dans le monde de la physique (Chompalov, 1998). Une collaboration multi institutionnelle ou une collaboration interorganisationnelle sont définies comme une coopération entre trois organisations ou plus. Les termes *multi institutionnel* et *inter organisationnelle* sont interchangeables, cependant, le terme *inter organisationnelle* sera retenu pour cette recherche. Aussi, les termes suivants peuvent être utilisés pour décrire un projet de grande envergure scientifique; les grands projets scientifiques internationaux⁹, *Big-science projets*¹⁰ ou Mégaprojets¹¹.

⁹ Réfère à l'expression en anglais : LISPs qui veut dire *Large-scale International Science Project* (Shore et Cross, 2003)

¹⁰ *Big science* — expression forgée par le physicien Alvin Weinberg par référence au *big business*, et devenue courante. (Jungk, 1966)

Les grands projets scientifiques internationaux sont formés de plus de deux pays qui consentent à coopérer dans un but scientifique, de la technique ou de la recherche et développement. Généralement, seulement les projets coûtant plus de 1 milliard \$ US (Congress of the United States, 1995) sont considérés. L'accord entre les participants couvre typiquement plusieurs années et le travail est accompli par étapes.

La gestion de grand projet scientifique est semblable à plusieurs aspects à un projet traditionnel. Cependant, ils sont aussi différents et entraînent des défis majeurs. Shore et Cross (2003) présentent les caractéristiques généralement associées à ce type de projet :

- **Le risque scientifique** : la gestion de tels projets est en soi risquée en raison des longs horizons de planification et des interfaces complexes entre le projet et son contexte aussi entre les parties différentes du projet.
- **Technologie** : le projet étudié se classe dans les projets *super high-tech*¹²
- **Ambiguïté** : la prise de décisions, les procédures et la planification sont souvent composées de plusieurs acteurs avec des intérêts divergents

¹¹ *Megaproject* est habituellement un projet de plus d'un milliard de dollars US qui attire l'attention publique à cause de l'impact sur les communautés, l'environnement et les budgets. Les mégaprojets incluent des ponts, des tunnels, des chemins de fer, des aéroports, des ports de mer, des centrales électriques, des barrages, des projets d'eaux usées, des Zones Économiques Spéciales (SEZ), des constructions de bâtiments publics, des projets aérospatiaux et la construction de détecteur en physique des particules. Dans la littérature francophone, le terme mégaprojet est principalement utilisé dans les études sur les impacts urbains sur l'environnement et les communautés.

¹² Shenhar and Dvir identifient quatre types: low-tech, medium-tech, high-tech and super high-tech. Cette étude et la majorité LISPs se qualifient dans la catégorie des projets super high-tech. Dans ces projets la technologie n'est pas nécessairement connue à l'avance, et le risque est très élevé. (Shore et Cross, 2003).

- **Expertise dispersée** : les participants sont dispersés dans le monde.
- **L'influence politique des pays participants** : politique est un majeur facteur qui différencie les grands projets scientifiques internationaux d'un projet plus traditionnel.
- **L'influence de la culture des pays participants** : la culture nationale influence la façon dont les individus se comportent dans une organisation.

Les modèles de gestion, des normes relationnelles et des structures organisationnelles dans le domaine de la physique des particules et, plus particulièrement, de l'expérience ATLAS seront abordés au chapitre suivant.

1.2 LA CULTURE

La notion de la culture a donné lieu à une littérature abondante en gestion. Nous proposons d'en tirer les grandes lignes dans la prochaine section. La première partie présente un bref survol de l'évolution de la notion de la culture, ses définitions et des éléments qui la caractérisent. La deuxième partie précise les différentes influences de la culture sur l'individu. La troisième partie aborde le management interculturel dans le domaine de la gestion. Ensuite, les types d'équipe multiculturelle et la diversité à l'intérieur de ces groupes seront présentés ainsi qu'une critique sur l'approche universaliste des pratiques de gestion dans le domaine interculturel.

1.2.1 La notion de la culture

« Le concept de culture renvoie à une multitude de sens » (Chevrier, 2003). En sciences sociales le terme culture réfère aussi bien 1) au raffinement des manières l'art, le savoir et la littérature, soit la civilisation, 2) à « la programmation collective de l'esprit qui distingue un groupe d'un autre » (Hofstede, 1991), soit le mode collectif de l'individu, et 3) à l'analyse sociologique des classes sociales, des cultures d'entreprise ou organisationnelles, au courant dominant ou à la contre-culture, soit les relations institutionnelles. Les deux derniers termes sont les fondements conceptuels du management interculturel.

La définition de la culture relève de l'intégration de plusieurs disciplines telles que l'anthropologie, la sociologie des organisations, la psychologie sociale et les théories de la gestion, et elle n'est pas aussi évidente qu'il n'y parait de la définir. Kroeber & Kluckhohn (1952) ont recensé et discuté quelque 160 définitions de la culture sans toutefois en choisir une seule (Henri & Sousa-Poza, 2005). Même de nos jours, il semble qu'il ne soit possible de tirer une définition univoque de l'abondante littérature sur la notion de culture.

Kroeber et Kluckhohn en ont toutefois proposé une qui est certes parmi les plus exhaustives et les plus généralement admises (cité par Adler, 1994) :

« La culture est un ensemble de modèles (les uns explicites, les autres implicites) qui décrit le comportement passé ou détermine le comportement à venir; que l'individu acquiert et transmet par le biais de

symboles; qui constitue la marque distinctive d'un groupe humain, y compris les objets ouvrés (ou "artefacts") par lesquels ce groupe s'exprime. Le noyau essentiel de la culture est composé d'idées traditionnelles (c'est-à-dire transmises historiquement puis sélectionnées) et particulièrement des valeurs qui y sont attachées. On peut considérer les systèmes culturels tantôt comme des produits de l'action, et tantôt comme les éléments conditionnant d'une action à venir ».

Somme toute, la culture réfère à un ensemble de valeurs, d'attitudes, de croyances et de comportements partagés, consciemment ou inconsciemment, par un groupe d'individus qui le distingueront d'un autre groupe. La culture est à la fois stable, car elle est transmise de génération en génération, apprise et acquise par l'expérience, et dynamique, car elle est influencée par l'environnement et la société. En fait, elle n'est pas immuable.

Les principaux auteurs sur le concept de la culture

Les précurseurs de l'analyse des entreprises dans le contexte social, politique ou religieux, sont Alexis de Tocqueville, Max Weber au début du XXe siècle et Michel Crozier dans les années 60 (Chevrier, 2003). « D'autres recherches comme celles d'Edward Hall ou de Geert Hofstede ont fait un lien entre culture et management leur centre de gravité et constituent des références pour un champ de recherche en émergence » (Chevrier, 2003).

Edward Hall est un anthropologue américain. Ses premiers travaux sont publiés dans les années 1960 et 1970. Il s'intéresse à la communication, en particulier à la communication non verbale dans les échanges interculturels. De plus, il démontre que la conscience du temps et de l'espace sont des variables qui dépendent de la culture. La monochronie et la polychronie représentent deux modes différents d'appréhension du temps et de l'espace qui structure l'activité et l'expérience. La figure 1.2 présente une synthèse des caractéristiques des deux dimensions de comparaison interculturelle.

Système monochronique (Allemagne, USA)	Système polychronique (France, Italie)
<ul style="list-style-type: none"> › Une chose à la fois et linéaire › Communication pauvre en contexte › Tâche et objectif avant relation › Programme suivis › Réserve et distance › Ponctualité › Relations superficielles et éphémères 	<ul style="list-style-type: none"> › Plusieurs choses à la fois › Communication riche en contexte › Relations avant objectif › Programmes et projets modifiés › Propriété aux proches › Exactitude relative › Relation intense et durable

Figure 1.2 Tableau des systèmes de Hall, Cultures monochrones/ Cultures polychrones

Geert Hofstede est un psychologue néerlandais. Au milieu des années 60, il amorce une vaste enquête auprès du personnel de filiales d'IBM dans plus de 50 pays. À la suite de différentes études, Hofstede (1980, Bollinger & Hofstede, 1987, 1994) définit quatre dimensions de la culture nationale; soit la distance hiérarchique, l'individualisme et le collectivisme, l'opposition masculinité et féminité, et la maîtrise de l'incertitude. En 1991, il ajoutera une cinquième dimension à son modèle, l'orientation à long et à court terme. Il définit la culture comme « la programmation collective de l'esprit humain qui permet de

distinguer les membres d'une catégorie d'homme par rapport à une autre. » La figure 1.3 résume ces quatre dimensions de la culture.

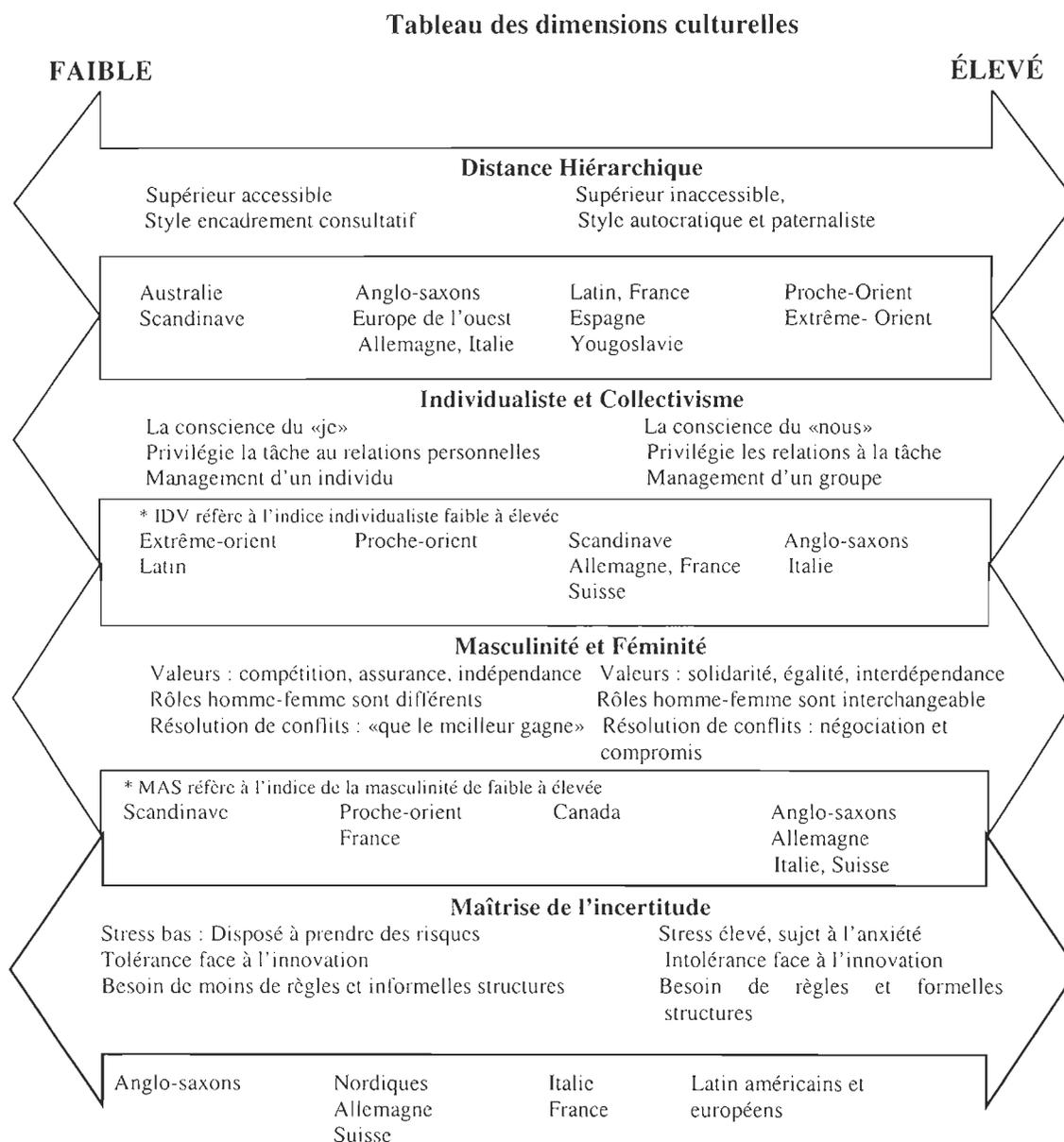


Figure 1.3 Tableau des dimensions culturelles

adapté du classement des pays en fonction des quatre dimensions de la culture nationale (tirée de Schermerhorn, 1994 et d'après Bollinger et Hofstede (1987)

Nous avons présenté brièvement ces deux précurseurs des travaux lorsqu'il s'agit de comparaisons interculturelles. Toutefois, il ne fait pas de doute que les travaux de Hofstede sont les plus fréquemment cités dans les études ou les articles sur le management interculturel (Virginia, 2007; Henri et Sousa-Poza, 2005). Enfin, nous pouvons aussi mentionner, parmi les nombreux travaux sur le sujet, les approches théoriques développés par les auteurs tels que Trompennars (1993), D'Iribarne (1997) sur les entreprises multiculturelles.

1.2.2 L'influence culturelle sur l'individu

« Sans que nous en prenions conscience, de profonds courants culturels structurent la vie de façon subtile, mais cohérente. Comme les courants invisibles qui déterminent la course d'une tempête, ils modèlent notre vie; et pourtant, nous commençons à peine à en saisir l'influence ».

Edward Hall, *Au-delà de la culture*

Chacun de nous, en effet, possède un ensemble d'attitudes et de convictions qui agissent comme autant de filtres à travers lesquels, en matière de gestion comme en d'autres matières, il perçoit les situations (Adler, 1994). Ainsi, l'individu faisant partie d'une organisation sera marqué par l'influence des cultures : la culture nationale, la culture d'entreprise et, dans une certaine mesure, la culture professionnelle (Dupriez & Simons, 2000).

La culture nationale

On peut définir un pays comme un territoire composé d'individus qui représentent une communauté politique, établie sur un espace géographique défini et incarné par une autorité souveraine¹³. L'idée de nation suppose une construction historique et une volonté collective de ces citoyens à suivre les règles dictées par la société (Meier, 2004). À cela, s'ajoute, la culture régionale, elle désigne la diversité des cultures à l'intérieur d'un même pays, par exemple au Canada, ou d'une zone géographique, citons pour exemples les Pays Basques dont une partie est en France et l'autre en Espagne.

La culture professionnelle

La culture professionnelle peut être définie comme un principe de socialisation et d'identité à une communauté de métier. « L'activité professionnelle peut s'avérer une source d'identité profonde, en fournissant un statut et une reconnaissance sociale. Elle peut également être à l'origine de certaines façons de penser et d'agir » (Meier, 2004). Cette culture se caractérise par la formation, des codes de comportements, un vocabulaire particulier et d'un univers symbolique (valeurs, références, modèles) à part.

La culture d'entreprise

La culture d'entreprise correspond à l'ensemble des manières de penser, de savoir-faire et de structures qui se sont développés au cours du temps, et qui génèrent des normes conditionnant le comportement des individus et des groupes au sein même de l'organisation.

¹³ Définition issue du Dictionnaire Petit Robert, complété par les écrits de E. Renan, Qu'est ce qu'une nation INALF, 1961, cité par Meier, 2004.

« Ainsi, le niveau de départ qui identifiait la culture par tout un ensemble de postulats, de valeurs, de normes, d'attentes et de comportements se complexifie davantage. À l'influence de la culture nationale s'ajoute celle de la culture professionnelle qui devra encore prendre en compte la culture d'entreprise » (Dupriez & Simons, 2000). Ces intégrations sont illustrées par la figure 1.4.

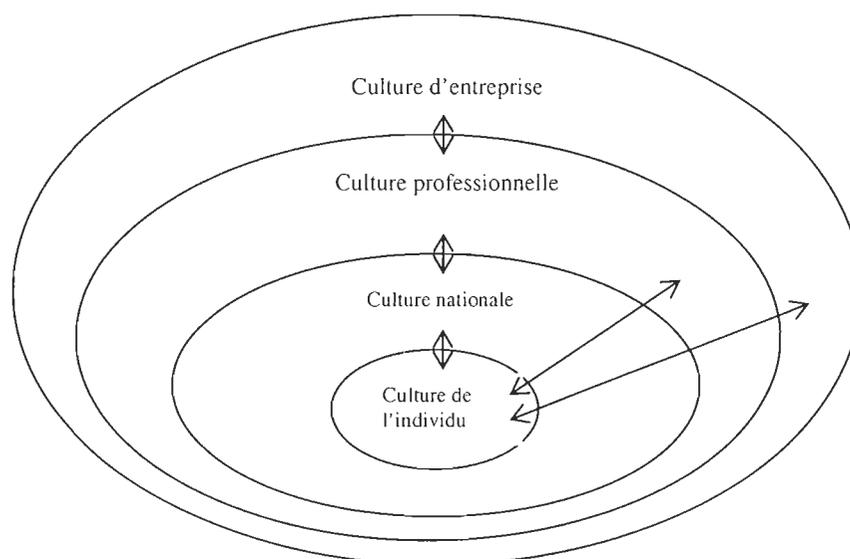


Figure 1.4 Carte d'influences culturelles sur l'individu (tirée de Dupriez et Simons, 2000)

1.2.3 Le management interculturel

« Le management interculturel se fonde sur l'analyse des différences culturelles, des termes qui ne prennent sens qu'en définissant le concept de culture et en dessinant des aires

culturelles permettant la comparaison des cultures » Chevrier, 2003). « Fondamentalement, le management interculturel repose sur l'interaction entre culture et management. Cette interaction a toujours existé au point qu'on a pu dire que "tout management est culturel" » (Dupriez & Simons, 2000). La mondialisation a certes augmenté la rencontre entre cultures différentes par l'immigration, les alliances stratégiques et la coopération internationale. Cette interaction entre cultures pose problème. « Aujourd'hui, approche encore incertaine, mais déjà émergente, le management interculturel est devenu une nécessité pour toute entreprise confrontée à la diversité des cultures » (Dupriez & Simons, 2000)

La gestion interculturelle décrit le comportement organisationnel observé à l'intérieur des pays et des cultures; elle compare le comportement organisationnel d'un pays à l'autre et d'une culture à l'autre; et, fonction plus importante encore, elle cherche à comprendre et à améliorer l'interaction entre travailleurs, clients, fournisseurs et partenaires — issus de différents pays et de différentes cultures, mais réunis au sein d'une alliance stratégique (Adler, 1994). Parce qu'elle s'étend au « domaine international et au domaine multiculturel, la gestion interculturelle embrasse une réalité plus vaste que ne le fait la gestion en milieu indigène (Adler, 1994).

1.2.4 Les équipes multiculturelles

En cette fin de siècle, la mondialisation fait de toute entreprise un lieu de contact entre les cultures (Adler, 1994), naguère encore, il s'agissait le plus souvent d'expatrié, de nos jours, de plus en plus d'entreprises emploient des salariés en provenance de divers pays

et donc de cultures différentes. «Sur le plan local comme international, le multiculturalisme du personnel est devenu une réalité incontournable» (Adler, 1994).

«Toute organisation ou toute entreprise est formée de groupes qui constituent sa structure fondamentale» (Adler, 1994). La formation de ces équipes peut répondre à des objectifs divers (prise de décision, coordination, développement des activités) et avoir un caractère ponctuel (équipe-projet, groupe de travail) ou permanent (conseil d'administration, comité d'entreprise, commission, comité de pilotage) (Loth, 2006). Mais alors qu'il s'agissait, il y a encore quelques années, surtout d'équipes pluridisciplinaires qui regroupaient des individus de même nationalité ayant de par leur métier et leur fonction dans l'entreprise un regard différent sur les problèmes posés. Le fait marquant aujourd'hui c'est le développement d'équipes multiculturelles qui demandent une collaboration étroite entre des individus de croyances, de valeurs et de comportements très différents (Chevrier, 2000).

On entend par équipe de travail toute forme de collaboration entre deux ou plusieurs personnes, acteurs internes ou externes à l'entreprise, en vue de réaliser un objectif commun axé sur la réalisation d'un résultat productif. Contrairement aux groupes, les équipes sont caractérisées par l'interdépendance des membres. L'équipe multiculturelle est une mosaïque, puisqu'il s'agit d'intégrer des individus dont la culture nationale et les différences ne sont pas forcément identiques en matière de conception et d'organisation du travail.

Types de diversité à l'intérieur d'un groupe

Le terme de la “diversité démographique” à l'intérieur d'un groupe de travail réfère à l'homogénéité d'un groupe en ce qui concerne ses attributs démographiques. Les recherches passées suggèrent cinq attributs démographiques individuels majeurs qui influencent le fonctionnement organisationnel; ceux-ci incluent; l'âge, le sexe, l'origine ethnique/culture nationale, l'occupation organisationnelle et la profession (Chuang et coll. 2004). Ces attributs sont rapidement identifiables. Ils réfèrent souvent au niveau visible ou de surface dans les recherches.

Il existe des “attributs cachés” qui ne sont pas aussi facilement détectables ou visibles tels que les compétences, les habilités, les connaissances, les attitudes ou les valeurs. Ces attributs requièrent plus de temps et d'interaction avant d'être connus des autres membres de l'équipe. Les “attributs cachés” réfèrent au niveau invisible ou profond. La différence entre compétence et connaissance peut être classée dans la catégorie de la diversité de la compétence professionnelle (Chuang et coll. 2004).

Types des équipes multiculturelles

Généralement, les équipes multiculturelles appartiennent à deux catégories, soit *l'équipe interculturelle*, où les membres de différentes cultures se rencontrent face à face pour travailler sur le lieu du projet, et *l'équipe virtuelle*, où les membres sont séparés par des frontières d'ordre géographique, temporel et organisationnel. La majorité des communications, dans une équipe virtuelle, sont faites via la technologie.

Types de diversité à l'intérieur de l'équipe multiculturelle

Adler (1994) établit une typologie des équipes sur les différences ethniques et culturelles. Elle identifie deux types d'équipe; il y a le groupe *homogène* dont les membres sont issus de la même culture et le groupe *multiculturel* dont les membres proviennent de divers horizons culturels. Les groupes multiculturels sont divisés en trois catégories, soit les *groupes symboliquement biculturels* où tous les membres, sauf un, sont issus du même horizon culturel, les *groupes réellement biculturels* où deux cultures sont représentées plus ou moins également, et les *groupes multiculturels proprement dits* où au sein d'un groupe les membres représentent trois cultures ou plus.

Naturellement, comme toute gestion de la diversité, de telles différences peuvent favoriser la créativité et l'innovation (Meier, 2004). Selon Adler, la productivité réelle dépend de l'harmonie qui règne au sein du groupe et de la façon dont celui-ci utilise ses ressources dans l'accomplissement de sa tâche.

Dans les projets internationaux, la culture est une variable dominante. Le gestionnaire de projet peut faire face à de sérieux problèmes liés aux coûts, au temps, à la qualité d'un projet, mais aussi, au personnel s'il ne sait pas reconnaître et apprécier ces différences culturelles parmi les participants du projet (Verma, 1997).

1.2.5 Vers une gestion unique?

L'approche universaliste développe l'idée que toute bonne pratique est généralisable, peu importe l'environnement dans lequel on se trouve. C'est ce que de nombreux auteurs ont entre autres reproché au modèle de gestion américain. De nombreux auteurs de l'interculturel, dont Fons Trompenaars, montrent que cette approche universaliste a d'abord été développée par des Américains et pour les Américains. De ce fait, elle n'est pas généralisable, du moins telle quelle, à d'autres cultures (Bull, Loinard et Sulmona, 2005).

L'approche culturaliste s'oppose tout à fait à l'approche développée ci-dessus puisqu'elle insiste sur le fait que toute méthode de gestion pour être efficace doit être adaptée à l'environnement. Cette approche prend en compte la culture de chaque pays. Des travaux effectués par Philippe d'Iribarne, Alain Henry, Jean-Pierre Segal, Sylvie Chevrier et Tatjana Globakar en 1998, à consister à passer plusieurs mois dans des entreprises (Européennes, Africaines et Nord-Américaines pour l'essentiel) afin d'analyser l'adéquation entre l'économie des entreprises et la culture des individus (Bull, Loinard et Sulmona, 2005).

Ces auteurs, tout comme d'autres, concluent que bien au contraire, au lieu d'unir, la mondialisation a plutôt tendance à favoriser l'individu à se tourner vers sa culture et donc d'accentuer le phénomène d'éloignement. D'où l'importance pour les entreprises de bien connaître ces différences culturelles pour arriver à les gérer.

Conclusion

Les connaissances sur les équipes culturelles et le management interculturel qui ont été identifiées dans les paragraphes précédents concernent principalement les entreprises internationales. Ainsi, à partir de la littérature et des concepts proposés, notre stratégie a consisté à développer un outil de cueillette de données à partir de large catégorie de référentiels afin de nous permettre d'introduire les nuances des différents auteurs et il nous servira à l'interprétation des propos recueillis lors des entretiens. Le chapitre suivant prolonge le cadre référentiel en lien avec le contexte organisationnel des collaborations scientifique en physique des particules. Ainsi, les caractéristiques présentées dans le prochain chapitre serviront à orienter le regroupement des éléments significatifs des données recueillies pour l'analyse et l'interprétation des résultats.

CHAPITRE 2 LA PHYSIQUE DES PARTICULES,

LE CERN ET ATLAS

“La science fondamentale, comme l’art, est indispensable, elle est la richesse de l’homme, et l’étude de son histoire doit nous rendre admiratifs envers nos prédécesseurs, humbles vis-à-vis de ce qu’ils ont réalisé, confiants en nos possibilités et en l’avenir de la science”

Jean-Claude Boudenot, Histoire de la physique et des Physiciens

2.1 LA PHYSIQUE DES HAUTES ÉNERGIES

De quoi l’univers est-il fait? Quelles sont les forces qui le régissent? Reproduire les conditions qui régnaient à l’origine du Big Bang? C’est pour répondre à ces questions et bien d’autres qu’en 2008 la plus grande expérience de physique est sur le point de commencer. Le grand collisionneur de Hadrons (LHC) et ses détecteurs de particules vont permettre d’accroître nos connaissances sur la nature. En faisant un grand pas dans l’infiniment petit, le collisionneur est une formidable machine à remonter dans le temps pour essayer de comprendre les premiers instants de l’univers.

Le CERN, Organisation européenne pour la recherche nucléaire, est le premier centre mondial de recherche en physique des particules. Il est situé de part et d’autre de la frontière franco-suisse près de Genève. Sur une période de vingt années, plus de 8 000 physiciens, près de la moitié des physiciens des particules du monde, participent au projet du LHC et à ses détecteurs. Des scientifiques de 580 instituts et universités du monde entier utilisent les installations du CERN.

Le LHC est le plus puissant accélérateur en physique des particules. Il est situé dans un tunnel circulaire de 27 kilomètres de circonférence¹⁴, enfoui à 50 et 150 mètres sous terre. Des protons de très haute énergie circulant dans deux faisceaux tournants à contre-sens se choqueront les uns contre les autres, dans le but de rechercher les indices de la supersymétrie, de la matière noire et de l'origine de la masse des particules élémentaires.

Autour d'un des quatre points de collisions du LHC (Grand collisionneur d'Hadrons) se trouve le détecteur géant ATLAS. Gigantesque et complexe, il aura pour tâche de détecter le boson de Higgs, des particules supersymétriques (SUSY). Ces dernières sont prédites par la théorie, mais n'ont pas été détectées expérimentalement à ce jour. Conçu et réalisé dans le cadre d'une collaboration internationale, le détecteur aura été le fruit de près de vingt années de travail. L'expérience ATLAS¹⁵ vit une période cruciale puisqu'à lieu la dernière phase du projet. En effet, le détecteur ATLAS est présentement en construction et la prise de données débutera à l'automne 2009.

Comment est-il possible de coordonner un projet d'une expérience scientifique de 2 500 participants sur une durée de vie de vingt ans? Quelles procédures et structures organisationnelles permettent de gérer près de 167 institutions — aux quatre coins du

¹⁴ Ce tunnel a été construit en 1980 pour le précédent accélérateur du CERN, le Grand collisionneur électrons positions, le LEP

¹⁵ Tout au long de cette étude, le nom «ATLAS» réfère à trois sens différents ; 1) au détecteur, soit la machine elle-même, 2) à l'expérience, soit les activités de recherches liées au détecteur ou 3) à la collaboration.

monde, de cultures organisationnelles et nationales différentes, et de source de financement divers — pour atteindre un but commun de recherche fondamentale?

Il est certainement étonnant que les expériences de cette taille fonctionnent, et selon les standards scientifiques, avec beaucoup de succès. Pour un gestionnaire de projet, il est encore plus surprenant d'observer que ceux qui travaillent le font de façon non bureaucratique, sans organisation hiérarchique autoritaire formelle, sans règles internes rigides, selon un modèle de prise de décision consensuelle, et sans les problèmes de management apparents dans les organisations industrielles d'un projet de dimension comparable¹⁶.

L'objectif du prochain chapitre n'est pas de comprendre les fondements théoriques de la physique, mais bien, de saisir les spécificités du fonctionnement organisationnel de cette communauté. Avant d'aborder notre recherche qui porte sur l'équipe du Pixel, il est opportun de jeter un coup d'œil sur les spécificités structurelles et organisationnelles de la communauté de physique des particules expérimentales, et encore plus près, celle de l'expérience ATLAS.

¹⁶ Inspirer d'une traduction libre du texte de Knorr-Cetina (1999) Epistemic cultures : How the sciences make knowledge.

2.1.1 L'évolution des grandes collaborations : une brève histoire

“L'énorme accroissement du coût en argent qu'en machines, de l'exploration des profondeurs insondées de la matière, peut être, à bien des égards, comparé à l'augmentation des dépenses consacrées à la conquête de l'espace. Depuis 1945, l'astronomie et la recherche spatiale ont élargi 'vers l'extérieur', à un degré insoupçonné de nos contemporains, le domaine que l'homme embrasse à l'aide de ses instruments. Parallèlement, dans le même laps de temps, la recherche des particules fondamentales en physique pénètre toujours plus profondément 'vers l'intérieur'. En général, personne n'ignore que fusées et télescopes deviennent de plus en plus grands et qu'ils coûtent de plus en plus cher. Pareillement, les accélérateurs et les instruments d'observation à l'aide desquels les physiciens nucléaires pénètrent dans le domaine de l'infiniment petit et des durées d'une inconcevable brièveté, voient sans cesse s'accroître leur puissance et leur taille” (Jungk, 1966).

Les racines d'une transformation des collaborations et des dimensions de l'infiniment petit aux accélérateurs gigantesques en physique des particules, pour certains s'amorcent après la Deuxième Guerre mondiale, revendiquée si fréquemment, mais, selon Seidel et Galison¹⁷ la *big-science* se serait développé plus progressivement à partir de la période d'avant-guerre. «À partir des années 1930, la physique des particules initie une course au gigantisme. Dans ce domaine, le chercheur solitaire laisse sa place à des expériences conduites par plusieurs centaines de physiciens» (Boudenot, 2001). Au départ, les

¹⁷ Citer par Knorr-Cetina (1994) ; Seidel et Galison et coll., 1992.

expériences se composent de quelques dizaines de chercheurs. En 1970, on estimait qu'une collaboration ne devrait pas dépasser 500 participants. À la fin des années 80, l'expérience ATLAS est quinze à vingt fois plus grande que l'expérience UA2¹⁸ (Knorr-Cetina, 1994). Et aujourd'hui, ATLAS, seulement, compte plus de 2000 participants.

Quelles sont les raisons de l'expansion du phénomène des collaborations scientifiques en physiques des particules? Il y a deux raisons principales. Premièrement, une fonction importante des collaborations interorganisationnelle en physique est la mise en commun des ressources et de la main-d'œuvre, cela est particulièrement pertinent lorsque le financement de recherche à grande échelle est limité ou il y a une réduction des budgets de recherche (Chompalov et coll., 2002) comme l'annulation, en 1993, du *Supraconductor Super-Collider* (SSC) aux États-Unis.

En 1994, un sous-comité spécial du Comité consultatif sur la physique des hautes énergies des États-Unis (HEPAP), présidé par Sidney Drell, Directeur adjoint du Centre de l'accélérateur linéaire de Stanford, est chargé d'examiner les possibilités d'avenir pour la physique des particules aux États-Unis et la collaboration internationale après l'annulation du SSC. Le LHC ouvre la porte aux scientifiques et ingénieurs américains. Au Canada aussi, le gouvernement annonce l'abandon du projet Kaon du Laboratoire TRIUMF, au profit d'un renforcement de la collaboration internationale¹⁹.

¹⁸ UA2 est l'une des deux expériences majeures de la première génération de collisionneur de hadrons. Elle a eu lieu au CERN au début des années 80 et a permis de découvrir les bosons W et Z.

¹⁹ Les presses du CERN, 1994 <http://press.web.cern.ch/Press>

Deuxièmement, le laboratoire hôte où se situe l'accélérateur. En raison du nombre limité de centres de recherche²⁰ dans le monde et les coûts énormes pour la construction et l'exploitation des accélérateurs de particules et des détecteurs, les physiciens n'ont d'autres choix que de collaborer. Il n'y a pas d'institutions ou d'université qui puisse construire, entretenir et exploiter de telles installations.

À partir du début XXe siècle, les physiciens des hautes énergies se spécialisent soit en physique théorique, soit en physique expérimentale. Les théoriciens travaillent sur le tableau noir et en petits groupes, tandis que les expérimentateurs forment de larges collaborations qui dureront plusieurs années (Traweek, 1988, cité par Hyppölä, 2008). Les expérimentateurs en PHE (physique des hautes énergies) regroupent approximativement 16 000 membres, de ceux-là, environ 8 000²¹ physiciens visiteurs, soit la moitié des physiciens des particules du monde, viennent au CERN pour mener leur recherche²².

Il n'est pas surprenant de constater que les relations interpersonnelles sont relativement importantes dans cette communauté de la taille d'une petite ville. De plus, la majorité d'entre eux auront œuvré pendant leur carrière dans au moins l'un des centres de

²⁰ Les principaux laboratoires des physiques des particules, présentés en ordre alphabétique : Brookhaven National Laboratory, Long Island, État-Unis, Budker Institute of Nuclear Physics in Novosibirsk, Russie; CERN, Genève, à la frontière Franco-suisse; DESY, Hambourg, Allemagne ; Fermilab, près de Chicago, États-Unis; KEK Centre de recherche des hautes énergies du Japon, Tsukuba, Japon ; SLAC, près de Palo Alto, États-Unis.

²¹ CERN Brochure 2008-09 : 8 970 utilisateurs - physiciens expérimentateurs financés par 562 institutions ou universités, membres (292) ou non-membres (270), du CERN.

²² Site Internet du CERN: <http://public.web.cern.ch/public/fr/About/Global-fr.html> (mars 2009)

recherches autour du globe, ou du moins sur différentes expériences. Cependant, il faut aussi souligner que, dans une collaboration multinationale, les participants ne partagent pas une langue, une culture ou une identité nationale commune. L'anglais est le lingua franca dans le domaine de la physique des hautes énergies.

Chompalov et coll. (2002) résume les caractéristiques de la physique de particule présentées dans la littérature comme suit; 1) la culture spécifique de cette communauté, 2) les deux traditions de faire la physique des particules - l'utilisation de dispositifs pour produire "l'image d'or" d'événements et l'utilisation de techniques informatiques pour établir la logique dans des données quantitatives qui serait l'un des changements majeurs en physique expérimental du vingtième siècle, et 3) la caractérisation des collaborations dans les expériences PHE (Physique des particules des hautes énergies) en tant que formations communautaires post-traditionnelles²³ avec une gestion centrée sur l'objet (le but), une conscience collective, et une autorité décentralisée²⁴. Enfin, dans leur étude, ils concluent que seulement les physiciens des particules ont un style distinctif d'organisation et que leur style organisationnel n'est qu'une des façons possibles d'organiser une collaboration.

²³ Knorr-Cetina (1994) the terms of post-traditional communitarian suggests that the communal life-form of the HEP experiments observed is based neither on altruism nor on commonality, characteristics that are traditionally associated with community (see the recent discussions of communitarianism versus liberalism, Taylor, 1989; Barber ,1989; Mansbridge, 1990; and Tönnis, 1957)

²⁴ Chompalov et al. cite pour la première caractéristique celle de Traweek (1988), la deuxième est de Galison (1997) et la troisième est de Knorr-Cetina (1998).

Knorr-Cetina (1994) définit une collaboration en PHE comme une société; mobile, jumelée, positionnée quelque part entre un mouvement social et un organisme dans le vocabulaire des catégories sociales, mais identiques avec aucun autre²⁵. Dans toute collaboration, il doit y avoir un consensus général sur les conditions de participation et d'obligation des parties basées sur les valeurs, les objectifs, la politique ou tactiques communes. Il en va de même pour les collaborations en PHE, la participation et l'adhésion à une expérience exige que l'on soit d'accord avec ses objectifs scientifiques et ses principes de base de travail.

L'aventure de la science permet aux nations de s'unir en vue d'un but commun. Grâce aux échanges entre chercheurs de toutes nationalités, les idées circulent et forment la sève du CERN²⁶. Ainsi, nous verrons plus en détail comment cet environnement influence la coopération, la naissance des collaborations, ses structures organisationnelles et de management, et le leadership.

2.1.2 Un modèle équivalent à l'industrie ?

Par la naissance d'une collaboration, Knorr-Cetina (1999) réfère au sens généalogique du terme, soit le commencement d'une nouvelle expérience et à l'émergence d'une nouvelle génération d'instruments adaptés à de nouvelle forme d'énergie (de haute

²⁵ Traduction libre de la définition d'une collaboration de Knorr-Cetina (1994): «movable, semi-detached corporations located somewhere between a social movement and an organization in the vocabulary of social categories, but identical with neither.»

²⁶ Site Internet du CERN: des hommes et des femmes : <http://public.web.cern.ch/public/fr/> (mars 2009)

énergie). Une nouvelle collaboration émerge souvent spontanément de précédente coopération, les membres d'une expérience restent ensemble pour fonder le noyau d'une nouvelle expérience. À ce groupe, de nouveaux membres viendront se joindre pour composer une nouvelle coalition. Entre-temps, les intérêts, la politique, les coûts financiers et les risques sont omniprésents pendant cette phase stratégique. Tous les participants consentent à partager la tâche, mais ils veulent que *leur* tâche soit partagée (Knorr-Cetina, 1999). Des coalitions sont formées, brisées et reformées, jusqu'au moment où une décision commune sur la technologie à mettre en œuvre est prise, alors, les acteurs recréeront une communauté et une identité commune dans un projet unificateur.

Selon Knorr-Cetina (1994), le modèle de l'industrie est inapproprié en PHE. Premièrement, lors de ses observations sur l'expérience ATLAS, elle écrira que le cachet particulier des expériences en PHE est que la main-d'oeuvre salariée n'est pas organisée à l'image de l'industrie, mais qu'elles provoquent réellement des formes collectives de travail qui incitent les participants à une coopération fructueuse.

Aussi, il convient de souligner que ces expériences ne sont pas composées par des scientifiques, mais d'institutions juridiquement et financièrement indépendantes. Pour la plupart ce sont des départements d'universitaires, mais, aussi, des centres de recherches financés par les gouvernements, tels que Rutherford Appleton Laboratory au Royaume-Uni, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) en Italie, Lawrence Berkeley Laboratory (LBL) aux États-Unis, Max-Planck Institute für Physik (MPI) Munich en Allemagne, et le laboratoire national de haute énergie (KEK) au Japon.

Au CERN, les institutions tirent leur financement de leurs ressources nationales respectives et fournissent aux collaborations la main-d'oeuvre et les ressources financières dont elles ont besoin. Dès lors, les institutions financent la masse des physiciens sur une expérience, ainsi, les expériences “n’approuvent pas” simplement une institution à participer, mais, la plupart du temps, l’institution choisit l’expérience sur laquelle elle veut collaborer²⁷. Pourtant, les expériences se conçoivent comme une collaboration d’unités autonomes participant ensemble *librement* et sur une base relativement *égale* pour atteindre un *accord* sur la contribution de chacune de celle-ci à l’atteinte de l’objectif commun (Knorr-Cetina, 1994).

Chaque grand centre d’accélérateur est unique au monde, et possède sa propre structure d’approbation des projets, ses propres relations avec les laboratoires extérieurs et les agences de financements, et sa propre coordination entre les différentes divisions internes aux laboratoires (Galison, 2002). En dépit de ces différences, certaines caractéristiques sont communes; les objectifs, les droits et les obligations des institutions membres de la collaboration sont de mener à bien un projet.

Genuth et coll. (2000; cité par Hyppölä, 2008) distingue quatre facteurs majeurs affectant la formation d’une collaboration scientifique : 1) les relations interpersonnelles, 2) la situation du donateur (la disponibilité des clients et de la politique fiscale dans lesquels

²⁷ À noter que certaines universités ou centres de recherches participent à plusieurs expériences à la fois, donc faire un choix n’est pas toujours fondamental ou irréversibles.

ces clients opèrent), 3) l'organisation sectorielle (les relations entre les parties académiques, industrielles et gouvernementales), et 4) la situation de l'organisation (instituts de recherche nationaux et internationaux).

Selon Knorr-Cetina (1994), le modèle industriel est inapproprié au PHE pour une autre raison; il est humainement impossible de contrôler efficacement la prise de décision technique d'un si vaste et complexe projet. Bien que les expérimentateurs d'une collaboration partagent une connaissance générale de la théorie de la physique fondamentale et de la technologie nécessaire à la construction d'un détecteur, ils sont aussi divisés par la spécialisation de la tâche lors de la construction d'un détecteur.

Comme toute organisation, une collaboration scientifique, comme ATLAS, se doit d'être organisée de par leur complexité, la nature de la construction (les particularités techniques et les différentes unités construites par différents groupes et assembler dans un tout), les contraintes de temps (respecter les échéances du projet et des autres expériences), la capacité à traiter les données (il existe plusieurs sujets distincts à étudier pour une même expérience) et à gérer un nombre impressionnant de personnes (plusieurs centaines, en plus de la rotation du personnel) (Krige, 1991).

La gestion d'une collaboration est semblable pour plusieurs aspects à la gestion d'un projet traditionnel ; planifier, négocier, organiser les ressources et une hiérarchie organisationnelle, mais le principe échoue, car les scientifiques ont tendance à se considérer et se traiter comme des professionnels d'égal à égal (Krige, 1994). Ici prend fin

l'analogie, les gestionnaires et chefs de projet font face aux mêmes défis que leurs collègues dans l'industrie, mais avec un groupe de personnes qui se considèrent comme des égales, la structure managériale d'une collaboration comme ATLAS sera distincte d'une structure plus traditionnelle.

Structure organisationnelle interne d'une collaboration

Même si une collaboration scientifique, en général, a une structure moins pyramidale que les bureaux gouvernementaux, les unités industrielles ou une corporation, elle peut être décrite en terme de son degré de bureaucratisation.

Chompalov et coll. (2002) en distingue quatre : 1) collaboration bureaucratique ; classique caractère de la bureaucratie du style *Weberian* : règles écrites, hiérarchie d'autorité, spécialisation des tâches, 2) collaboration sans leader (*leaderless*); similaire au style bureaucratique, mais distinct par un leadership collégiale, 3) collaboration non spécialisée; semi-bureaucratique management et un leadership scientifique, et 4) collaboration participative; caractérisée par l'absence des caractéristiques classiques associées à la bureaucratie weberian. Ce dernier style est dominé par une seule spécialité, les collaborations dans les PHE. Alors, d'après ces résultats, il semble justifié de parler du caractère exceptionnel des collaborations en physique des particules.

Les collaborations en physique des particules sont exceptionnelles par l'association de deux caractéristiques : premièrement, les participants décrivent leur collaboration comme hautement égalitaire. Comparativement aux collaborateurs dans d'autres disciplines

scientifiques, les physiciens en PHE voient le processus décisionnel comme participatif et consensuel, définissent leur structure organisationnelle par des accords verbaux partagés ou des lettres d'intentions sans obligations légales plutôt que des contrats officiels, et créent moins de niveaux d'autorité dans la structure interne de la collaboration (Chompalov et coll. 2002).

Deuxièmement, les collaborations en physique de particule englobent presque toutes les activités de la production de la connaissance scientifique, y compris celles qui permettent de construire une carrière scientifique. En effet, ces collaborations collectivisent toujours le flux de données des composantes de détecteur construit par les organisations participantes. De façon routinière, ils réglementent la communication externe des résultats à la communauté scientifique. Dans ce sens, l'expérience collaborative PHE est à part, par la grande envergure d'activités dans lesquelles leurs membres s'engagent collectivement (Chompalov et coll. 2002).

Selon Krige (1991), il existe trois moyens par lesquels les scientifiques faisant de la recherche fondamentale en physique expérimentale forgent leur réputation : 1) par la publication dans la littérature de référence; une pratique établie dans la recherche de PHE est que les publications sont faites au nom de la collaboration et la liste d'auteurs peut inclure des centaines de noms, énumérés par ordre alphabétique ou parfois groupés selon les instituts (Knorr-Cetina, 1999), 2) en parlant à l'occasion à des conférences et 3) en impressionnant leurs collègues et pairs par leur diligence et leurs compétences professionnelles.

En règle générale, la gestion n'est pas du haut vers le bas, mais un partage du pouvoir de décision. À l'intérieur d'une collaboration, il faut planifier et coordonner, et, évidemment, il y a un noyau de personnes qui ont plus de responsabilités que d'autres et qui ont à veiller à ce que certaines choses soient faites. Cependant, l'objectif principal des réunions qui sont tenues n'est pas de transmettre des instructions, mais de partager des informations, de communiquer et de se consulter et de décider collectivement (Krige, 1991).

Évidemment, quelques collaborations pourraient en effet être organisées comme les grandes sociétés avec une structure de gestion hiérarchique, mais il va à l'encontre de la nature des scientifiques qui croient que l'autorité et le pouvoir devraient provenir de l'expérience et l'expertise, que la conformité devrait être le résultat de consultation et la persuasion, pas de la contrainte, et que les décisions devraient être faites collectivement et non imposées hiérarchiquement (Krige, 1991).

Knorr-Cetina (1999) distingue deux aspects du processus décisionnel : cela peut être une occasion dans laquelle certaines conclusions ou des choix sont faits, ou un processus pendant lequel les circonstances ont changé. Dans une expérience en PHE, la prise de décisions est souvent plus ou moins une approbation ritualiste, comme la décision est de facto apparue à l'avance pendant la discussion ou le processus de préparation (Knorr-Cetina, 1999).

Un exemple qui illustre bien le style organisationnel et de management participatif que l'on peut retrouver dans les PHE, est présenté par Chompalov et coll. (2002) avec l'expérience 715 du Fermilab :

«The organizational and management features of particle physics are well illustrated by Experiment 715 at Fermilab. The collaboration succeeded with little formalization. The collaborating organizations did not poll funds, so they did not need formal rules to insure that no member received an unfair share of benefits. Rather, each major American organization had its own contract with DOE or NSF, while the Soviet government supported the participation of Leningrad group. No administrative or engineering leader for the collaboration was needed in the context of a well-understood division of labour. The experiment did have a designated scientific leader, whose title was spokesperson (Peter Cooper of Yale), but it had no hierarchy of scientists. Whenever the collaboration met as a whole to discuss the operation of the detector, the combination of data streams, and the analysis, all titles disappeared. Not even the most vituperative of Cold War rhetoric put a damper on unrestrained, egalitarian discussions of the project:

It was entertaining to watch in fact. The Russians first came shortly after Reagan's speech in which he declared the Soviet Union the evil empire.

They were understandably circumspect and a bit clannish in general... We'd finally sit down around the table and start to discuss physics and that evaporated. On a given day, Chicago and Yale would gang up on Leningrad and Fermilab and the next issue they would change sides, they would split. It was the usual physics free for all, as in all collaborations.

Thus, even strong cultural and ideological differences could not inhibit these physicists from a participatory exchange of scientific ideas and criticism.

Chompalov et coll. 2002

Les relations interpersonnelles et la confiance entre membres sont des éléments essentiels à la collaboration et à l'avancement du projet. Il est aisé de constater que la coopération sur la base de la confiance pose de nombreuses difficultés au titre desquelles le risque et la vulnérabilité. Ces deux facteurs sont atténués du fait que les scientifiques et les ingénieurs d'une collaboration - du physicien permanent à l'étudiant au doctorat - sont constamment en contact entre eux. Ensemble, ils discutent de ce qui doit être fait et la meilleure façon de le faire, en tenant myriades de mini décisions tout au long de leur longue, souvent très longue, journées (Krige, 1991). Aussi, le chef de projet ou le leader de l'expérience qui travaille sur l'expérience à leurs côtés, n'est jamais loin de l'équipe pour faciliter la communication (Krige 1991).

Knorr-Cetina (1999) note que, dû à la confiance mutuelle, les gens gèrent leur comportement de telle manière que la supervision et le contrôle deviennent inutiles. Une explication atténuant le risque est que le scientifique forge sa réputation dans le domaine de la physique par sa valeur. Il importe à ceux-ci d'être laborieux et de démontrer leurs compétences professionnelles entre pairs.

La première section de ce chapitre présente un tour d'horizon de la littérature sur les caractéristiques de l'organisation des collaborations en physique des particules expérimentale. Son contenu n'est ni exclusif ou exhaustif puisque l'objectif de cette recherche est de mieux comprendre comment coopèrent les membres d'une équipe d'un projet scientifique. Ainsi, les caractéristiques présentées serviront à orienter le regroupement des éléments significatifs des données recueillies lors de nos entrevues, lesquelles seront présentées à la section 4.2 de l'analyse des résultats.

2.2 LE CERN, LE LHC ET L'EXPÉRIENCE ATLAS

Cette section sert à expliquer les liens qui unissent les différents organismes du projet et l'équipe Pixel visant à faciliter la compréhension de la problématique et l'analyse des données recueillies présentées au chapitre quatre.

2.2.1 Le CERN

Fondé en 1954, Le CERN, Organisation européenne pour la recherche nucléaire, est, de nos jours, le premier centre mondial de recherche en physique des particules. Il est un exemple de collaboration internationale et certaines de ses recherches se sont vues décerner le Prix Nobel de physique. Le CERN se consacre à la recherche scientifique fondamentale. C'est d'ailleurs ce qui est inscrit dans sa Convention constitutive²⁸ :

« L'Organisation assure la collaboration entre États européens pour les recherches nucléaires de caractère purement scientifique et fondamental, ainsi que pour d'autres recherches en rapport essentiel avec celles-ci. L'Organisation s'abstient de toute activité à fins militaires et les résultats de ses travaux expérimentaux et théoriques sont publiés ou de tout autres façons rendues généralement accessibles. »

Le CERN gère une enveloppe budgétaire de projet d'un milliard de multi euro sur des périodes jusqu'à plus de 10 ans à l'avance avec des buts fonctionnels, et bien que l'on ne connaisse pas toujours la technologie pour réaliser le projet à l'avance (Vuola et Hameri, 2006).

²⁸ <http://public.web.cern.ch/public/fr/About/Name-fr.html>

Le CERN est une organisation multinationale, formée et financée par ses vingt États membres européens²⁹. Ils contribuent au budget et aux frais de fonctionnement des programmes du CERN. Ils sont représentés au Conseil qui détermine la politique de l'organisation dans les domaines scientifique, technique et administratif. Il approuve le programme d'activités, adopte les budgets et contrôle les dépenses. Certains États ou organisations internationales qui ne peuvent pas devenir membres du CERN ont le statut d'observateur³⁰. Ce statut permet aux États non-membres d'assister aux réunions et de recevoir les documents du Conseil, sans prendre part aux décisions de l'organisation.

Le CERN investit une part importante de son budget dans la construction de nouveaux accélérateurs, tel que le Grand collisionneur de hadrons LHC, et il ne peut contribuer que partiellement au coût des expériences³¹. Le laboratoire fonctionne un peu différemment des expériences — en général, il est plus structuré —, cependant, son organisation est en accord avec les besoins des expériences. Comme un système d'appui expérimental, le laboratoire inclut ses propres branches de recherche et développement, par-dessus tout ceux liés avec la technologie de l'accélérateur (Knorr-Cetina, 1994). En fait, il est responsable de le construire, de le moderniser et d'opérer la « machine », soit le collisionneur et les faisceaux de particules. (Knorr-Cetina, 1994).

²⁹ États membres : L'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, la Bulgarie, le Danemark, l'Espagne, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Italie, la Norvège, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède et la Suisse.

³⁰ Les États et les organisations ayant le statut d'observateur sont la Commission européenne, l'Inde, Israël, le Japon, la Fédération de Russie, la Turquie, l'UNESCO et les États-Unis d'Amérique

³¹ <http://public.web.cern.ch/public/fr/About/Global-fr.html>

Des scientifiques de quelque 580 instituts et universités du monde entier utilisent les installations du CERN. Les physiciens et leurs organismes de financement, qu'ils soient d'États membres ou non³², sont responsables du financement, de la réalisation et de l'exploitation des expériences auxquelles ils collaborent.

Du point de vue des expériences, le laboratoire (CERN) fournit toutes les installations; des moyens de transport au logements, à la nourriture et autres commodités de la vie. Il offre des services; banque, bureau de poste, garderie, agence de voyages, dépanneur et activités sportives et culturelles. Aussi, il fournit les fournitures de bureau, bibliothèque, certains équipements informatiques et cafétéria, et par-dessus tout, le collisionneur de particules pour les expériences (Knorr-Cetina, 1994). Le CERN est un endroit où un individu peut travailler et vivre pendant quelque temps sans avoir le besoin de sortir du site.

La science ignore les frontières

C'est ainsi que des scientifiques du monde entier travaillent au CERN, ensemble et pacifiquement, pour atteindre un but commun : une connaissance plus approfondie de la matière. Cet aspect est peut-être plus important encore que les découvertes en physique,

³² Les États non-membres participant actuellement aux programmes du CERN sont l'Afrique du Sud, l'Algérie, l'Argentine, l'Arménie, l'Australie, l'Azerbaïdjan, le Bélarus, le Brésil, le Canada, la Chine, Chypre, la Croatie, l'Estonie, la Géorgie, l'Inde, l'Iran, l'Irlande, l'Islande, le Maroc, le Mexique, le Pakistan, le Pérou, la Roumanie, la Serbie, la Slovénie, la Corée du Sud, Taiwan et l'Ukraine.

dans la mesure où ces collaborations internationales contribuent, à long terme, à améliorer les relations entre les nations et à écarter les dangers qui menacent l'existence même de la civilisation qui produit notre science³³.

Les chercheurs qui travaillent au CERN sont motivés par leur soif d'en savoir plus sur l'Univers, mais cela ne les a pas empêchés, par exemple, de mettre au point des techniques d'accélération et de détection des particules qui ont trouvé des applications en médecine. Ce sont les scientifiques du CERN qui ont inventé le World Wide Web, qui a révolutionné notre manière de communiquer et de faire du commerce. Aujourd'hui les scientifiques du LHC travaillent sur les grilles de calcul, qui se situent aux avant-postes de la technologie de l'information et qui ont déjà des applications dans des domaines tels que l'observation de la Terre, les prévisions climatiques, l'exploration pétrolière et la recherche pharmaceutique.

2.2.2 Terra incognita du LHC

Le Grand Collisionneur de Hadrons (LHC), le nouvel accélérateur du CERN, est le plus puissant accélérateur en physique des particules et l'objet de toutes les attentions des physiciens nucléaires et des particules du monde. En faisant un grand pas dans l'infiniment petit, le collisionneur est une formidable machine à remonter dans le temps pour essayer de comprendre les premiers instants de l'Univers.

³³ Site Internet du CERN, article de Egil Lillestrol, **CERN : une expérience unique.**

Repoussant les limites de la frontière en énergie, les faisceaux de protons voyageront chacun à une énergie maximum de 7 TeV pour atteindre l'énergie de 14 TeV lors de la collision frontale. Il s'agit d'une augmentation par un facteur sept par rapport à son plus proche compétiteur, le Tevatron, l'accélérateur du Fermilab en banlieue de Chicago, qui atteint 2 TeV à la collision.

Des protons (ou des ions) de très haute énergie circulant dans deux faisceaux (groupes de particules circulant à grande vitesse) tournants à contre-sens se choqueront les uns contre les autres. Le faisceau se compose des paquets contenant des centaines de milliards de protons chacun. Voyageant quasiment à la vitesse de la lumière (99,9999991% de la vitesse de la lumière) et vont effectuer 11 245 fois le tour de l'accélérateur par secondes. Ils seront injectés, accélérés, et maintenus en circulation, guidés par des milliers d'aimants supraconducteurs puissants. En bref, le LHC est la machine des températures extrêmes. Lorsque deux faisceaux de protons entrent en collision, ils génèrent, dans un espace minuscule, des températures plus de 100 000 fois supérieures à celles qui règnent au centre du Soleil. À l'opposé, le système de distribution cryogénique, qui alimente l'anneau de l'accélérateur en hélium superfluide, garde le LHC à une température plus froide que l'espace intersidéral.

Dans la majeure partie de l'anneau, les faisceaux de particules subatomiques voyagent dans deux lignes sous vide séparées, mais en quatre points d'interactions, ils se heurtent au cœur des expériences principales, appelées ATLAS, CMS, Alice et LHCb (voir figure 2.1). L'énergie des protons (ou des ions) est transformée au moment du choc en une

myriade de particules exotiques, que les détecteurs de ces quatre expériences observeront avec attention. Les détecteurs pourront voir jusqu'à 600 millions de collisions par seconde et les expériences scruteront les données pour y déceler les signes d'événements extrêmement rares, tel que la création du très recherché boson de Higgs.

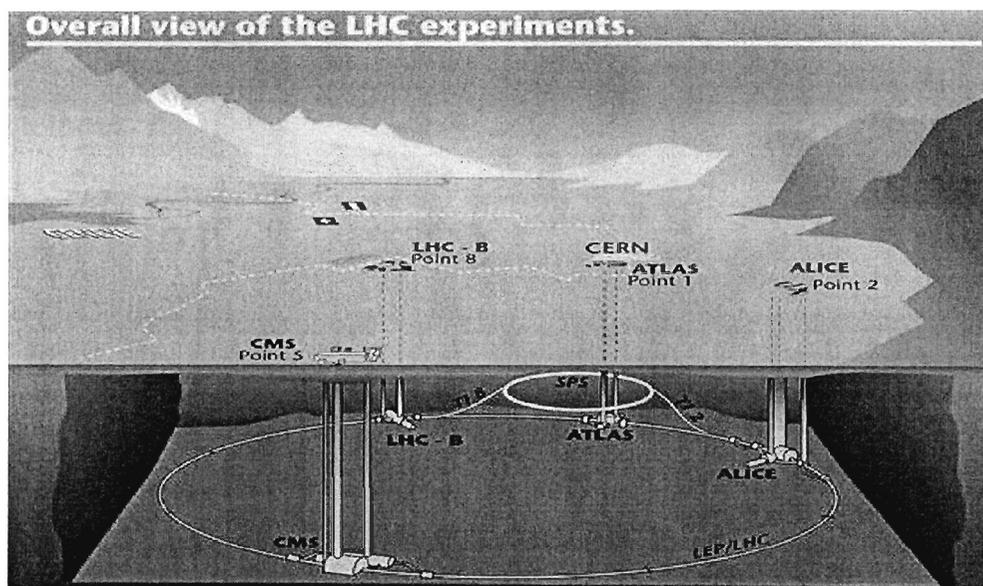


Figure 2.1 : LHC et les quatre expériences

Ce diagramme montre les emplacements des quatre expériences principales (ALICE, L'ATLAS, LE CMS et LHC-B) autour du l'accélérateur du LHC.

Des équipes de physiciens du monde entier analyseront les données issues des collisions et recueillies par les détecteurs. Pour sélectionner et enregistrer les données les plus intéressantes parmi ces millions de collisions, physiciens et ingénieurs ont construit de gigantesques appareils qui mesurent les traces de particules avec des précisions de l'ordre du micron. L'analyse d'une collision de particules ressemble à un rapport balistique dans lequel l'expert détermine de quel endroit est parti un coup de feu en analysant l'impact de la balle. Les physiciens reconstituent les trajectoires des particules à partir des traces qu'elles laissent dans les détecteurs.

Le LHC est ses expériences auront une durée de vie d'environ dix à quinze ans et les physiciens s'attendent à une nouvelle ère de physique, apportant de nouvelles connaissances sur le fonctionnement de l'Univers. En bref, les données expérimentales obtenues grâce aux énergies très élevées du LHC permettront de repousser les frontières du savoir, mettant au défi ceux qui cherchent à confirmer les théories actuelles et ceux qui rêvent à de nouveaux paradigmes. Et ils détermineront l'avenir de la physique des particules.

2.2.3 L'expérience ATLAS

Autour d'un des quatre points de collisions du LHC (Grand collisionneur d'Hadrons) situé au CERN se trouve le détecteur géant ATLAS. Il s'agit d'un détecteur de particules semblable à son *expérience sœur* CMS, mais de plus grande taille et de conception différente. Il aura pour tâche de détecter par exemple le boson de Higgs, des particules supersymétriques (SUSY). Ces dernières sont prédites par la théorie, mais n'ont pas été détectées expérimentalement à ce jour.

ATLAS est un puzzle technologique géant, constitué essentiellement de quatre couches concentriques. Haut comme un immeuble de six étages, cet appareil est situé à 100 mètres sous terre, afin d'être au niveau du croisement des deux faisceaux de protons de l'accélérateur. Sa caverne pourrait contenir la nef de Notre Dame de Paris. Le détecteur est assemblé pièce par pièce à l'intérieur de la caverne. Descendre et assembler les parties du

détecteur dans le puits est une tâche ardue et délicate, un peu comme celle d'assembler un bateau dans une bouteille. Le détecteur mesure 46 mètres de long, 25 mètres de large, 25 mètres de haute et pèse 7000 tonnes. Ses dimensions et sa complexité sont impressionnantes même pour le visiteur ingénu lors d'une visite guidée de la caverne d'ATLAS.

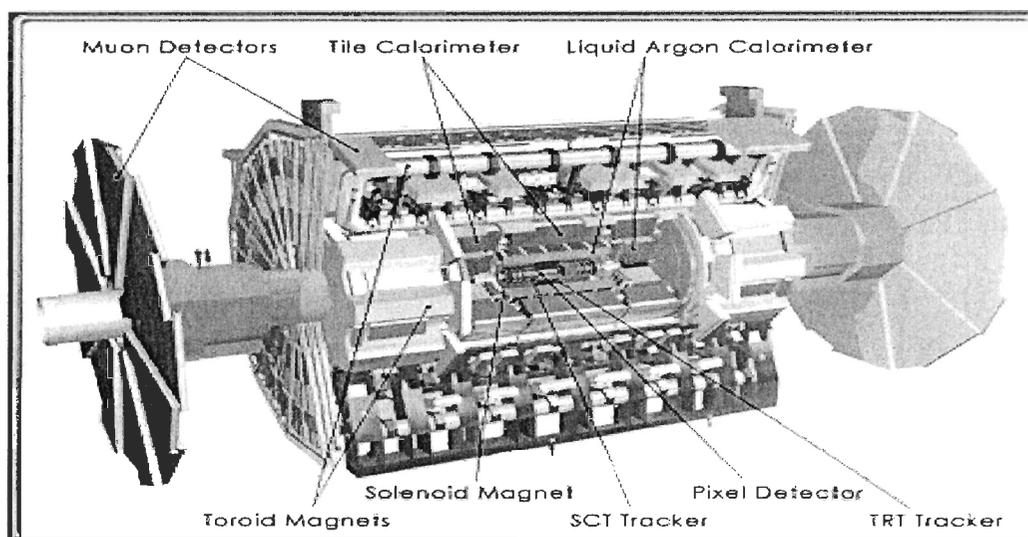


Figure 2.2 : Le détecteur ATLAS

La collaboration d'ATLAS³⁴ se compose du CERN et d'un groupe d'institutions des États membres et non-membres du CERN qui ont proposé l'expérience d'ATLAS. Les institutions sont des universités et des laboratoires (169 en 2009), avec environ 2500 collaborateurs scientifiques de 37 pays. Le projet est financé par les gouvernements, les

³⁴ Tout au long de cette étude, le nom «ATLAS» réfère à trois sens différents ; 1) au détecteur, soit la machine elle-même, 2) à l'expérience, soit les activités de recherches liées au détecteur ou 3) à la collaboration.

institutions de recherche ou les universités connectées ou identiques avec les institutions de la collaboration³⁵.

Conçu et réalisé dans le cadre d'une collaboration internationale, ATLAS est une organisation scientifique sans but lucratif financée par le domaine public. Il est un hybride entre le domaine public et privé. L'objectif d'une telle organisation n'est pas la production de biens et de services, mais de créer ou d'engendrer la connaissance. Même si ATLAS n'est pas une organisation orientée vers le marché, il est un client important de technologies immergentes. Ainsi, il offre aux sociétés des possibilités d'affaires pour tester, développer et commercialiser leurs technologies.

À quelques exceptions près, les physiciens ou ingénieurs sont payés par leurs institutions ou laboratoires même si le travail est effectué au CERN. Environ un dixième des travailleurs est payé par le CERN ou par la collaboration ATLAS elle-même (Hyppölä, 2008). Ainsi, une grande partie de la recherche et la conception liées au projet ATLAS sont exécutées en parallèle sur différents sites dans le monde. Dans le but de la réalisation d'un projet commun, les différentes entités de la collaboration ATLAS s'associent en mettant leurs connaissances, leurs technologies ou leurs ressources en commun en partageant les coûts et les responsabilités du projet de construction du détecteur ATLAS.

³⁵ <http://library.cern.ch/archives/isad/isaatlas.html>

Le contexte historique d'ATLAS

Ce détecteur aura été le fruit de près de dix-huit années de travail, les expériences — collaborations — viennent par générations, mais les participants pensent au-delà de celles-ci. En 1989, ATLAS a commencé comme un effort expérimental concret appelé " futur UA2"³⁶ (Knorr-Cetine, 1994). ATLAS s'est constitué au début des années 1990 et la construction du détecteur fut amorcée en 1996. La dernière pièce fut mise en place en juin 2008.

En 1993, lors du *Supraconductor Super-Collider*³⁷, ATLAS comptait environ 100 institutions et 1000 physiciens. À l'été 1994, 35 institutions, majoritairement américaines, joignent l'expérience en juin, et 11 institutions, dont 10 japonaises, lors de la rencontre institutionnelle de septembre de la même année. En mars 1997, ATLAS compte 165 institutions. ATLAS est l'une des plus grandes collaborations jamais tentées dans le domaine de la physique, l'expérience compte environ 2500 collaborateurs provenant de 169 institutions dans 37 pays³⁸ tel qu'illustré à la figure 3.2 : Allemagne, Argentine, Arménie, Australie, Autriche, Azerbaïdjan, Belarus, Brésil, Canada, Chili, Chine, Colombie, Danemark, Espagne, États-Unis, France, Géorgie, Grèce, Israël, Italie, Japon, Maroc, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-

³⁶ Début des années 80 au CERN, «UA1 et «UA2» sont deux *expériences* soeurs de la première génération de collisionneur qui conduisirent à la découverte historique des bosons W et Z en 1983. Les deux scientifiques à l'origine de cette découverte reçurent le Prix Nobel un an plus tard. Le prix fut décerné à Carlo Rubbia et à Simon van der Meer. D'une certaine façon, ces deux *expériences sœurs* UA1 et UA2 se déplacent en parallèle pour devenir CMS et ATLAS, en ce qui concerne le LHC.

³⁷ L'annulation du *Supraconductor Super-Collider* (SSC) aux États-Unis.

³⁸ http://www.atlas.ch/what_is_atlas.html#2a (4 mars 2009)

Uni, Russie, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Taiwan et Turquie outre les scientifiques du CERN et du laboratoire russe JIRN ; les physiciens qui prennent part à l'expérience sont appuyés par un grand nombre de techniciens et d'ingénieurs hautement qualifiés.

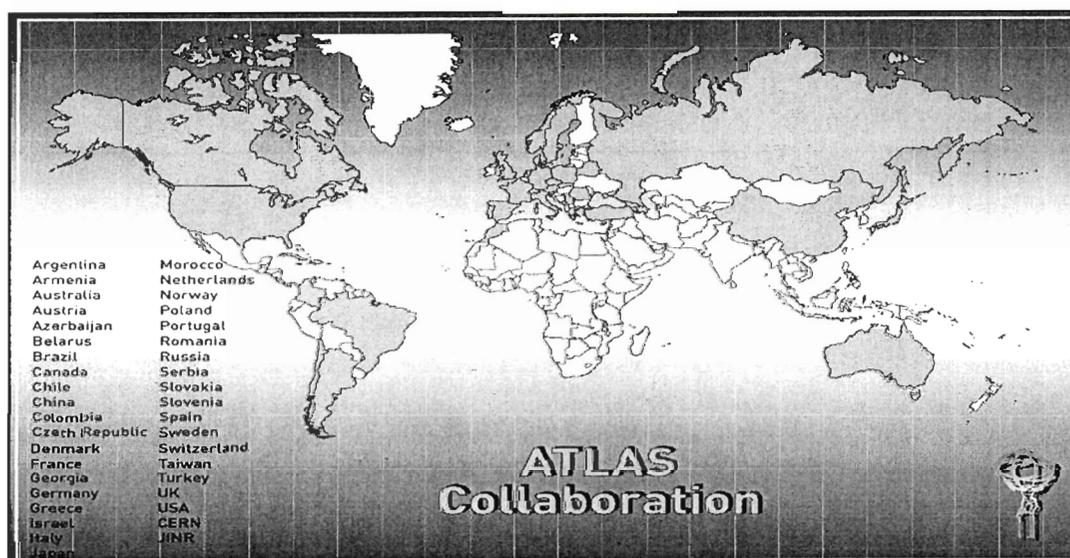


Figure 2.3 : Carte des pays participants à ATLAS

En octobre 1992, la signature de la *lettre d'intention* (Letter of intent) inaugure la nouvelle collaboration. En 1998, le *protocole d'intention* (Memorandum of Understanding, MoU) définit la collaboration; les objectifs, les droits, et les obligations des institutions membres de la collaboration pour mener à bien un projet. Le *protocole d'intention* est la pierre angulaire de la collaboration ATLAS, bien qu'elle ne soit pas un document contractuel légal. Néanmoins, il commence ainsi : « *the success of the collaboration depends on all its members adhering to its provisions* » (MOU, Preamble(i)). Le *protocole d'intention* est comparable à la charte d'une organisation internationale dans laquelle ils

définissent leur raison d'être, droits et responsabilités entre les membres (Hyppölä, 2008). Décrit dans l'annexe 5, les principes de la structure organisationnelle sont la démocratie, la séparation de pouvoir politique et exécutif, organisation formelle minimale et un mandat limité (Hyppölä, 2008).

Structure organisationnelle et Management

Les membres de la collaboration étant dispersés géographiquement, le travail s'effectue en partie au CERN et simultanément sur différents sites. La communication électronique tels les courriels, la vidéoconférence, joue un rôle majeur. Il existe aussi une plate-forme web nommée « Wiki » qui permet aux membres de la collaboration d'avoir accès et de partager de l'information. Sans oublier le e-journal hebdomadaire comparable à un journal d'une petite ville édité par des journalistes professionnels. Néanmoins, les contacts face à face sont essentiels à la communication, ainsi les réunions et rencontres entre les membres jouent un rôle important dans la vie d'ATLAS.

Afin de surmonter les contraintes de l'éloignement, un forum d'une semaine est organisé quatre fois par an. Durant la « semaine ATLAS » se tient une rencontre formelle nommée *Plenary Meeting*. Cette séance plénière permet de faire le bilan des progrès accomplis, la présentation des sous projets, et les décisions qui devront être prises par le Conseil de la Collaboration sont exposées et discutées lors de cette séance.

Dans un large sens, le pouvoir exécutif est principalement détenu par le management d'ATLAS, répondant aux demandes du Conseil de la Collaboration. Le Conseil de la Collaboration est l'organisme décisionnel. Il représente tous les instituts de recherche participants impliqués dans l'expérience. Chaque institution collaborant dans le projet dispose d'une voix et d'un vote³⁹. En principe, le management d'ATLAS est en place pour la durée de l'expérience sur une base rotative.

La tâche du management d'ATLAS est de veiller à la construction et à l'exploitation du détecteur selon les orientations précisées dans le protocole d'accord (MOU). Le protocole d'entente précise la structure de gouvernance de l'expérience et la responsabilité du personnel clé participant au projet. Comme par le protocole d'entente, ATLAS porte-parole, le coordinateur technique et le coordonnateur des ressources doivent être engagés par le CERN. Dans la pratique, afin d'assurer au management d'ATLAS et aux scientifiques qui gèrent l'expérience des solutions appropriées, les coordinateurs sont élus par le Conseil de la collaboration d'ATLAS pour une période de deux ans (Santalainen et coll. 2007).

Les candidats pour les postes de porte-parole sont proposés et élus pour un mandat limité par les membres de la collaboration d'ATLAS. Le leader élu peut sélectionner des personnes pour l'assister dans ses fonctions, ces nominations devront, elles aussi, être approuvées par le Conseil de la Collaboration. Le porte-parole et ses adjoints ont la responsabilité d'une vue d'ensemble de tous les aspects du projet d'ATLAS. Le porte-

³⁹ <http://library.cern.ch/archives/isad/isaatlas.html>

parole représente ATLAS auprès des organismes de financement et les organismes extérieurs.

À la différence avec des cadres supérieurs d'organisations sans but lucratif, le management d'ATLAS n'a seulement qu'un pouvoir légitime limité pour accomplir sa tâche; il doit accomplir sa tâche en coordonnant la multitude de sous-projets de l'expérience et en agissant comme un médiateur impartial entre les membres de collaboration (Santalainen et coll. 2007).

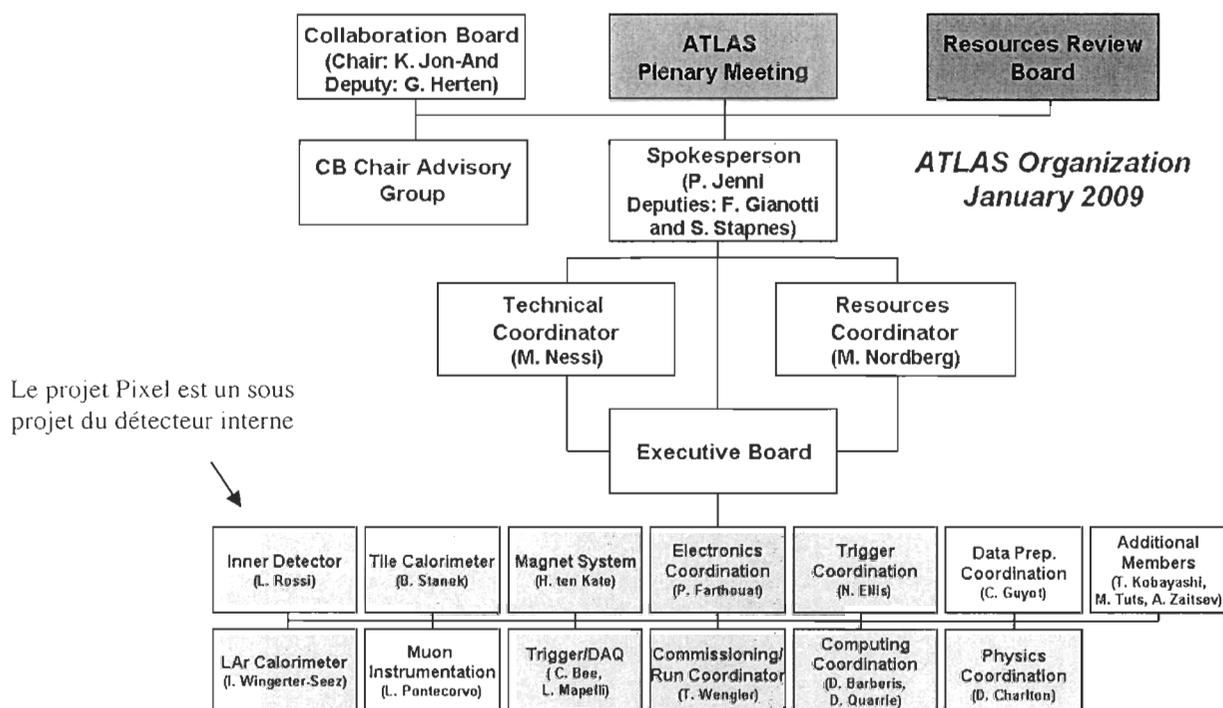


Figure 2.4 : ATLAS Organigramme (janvier 2009)

Pour la réalisation du projet, ATLAS est divisé en sous projets, nommé ATLAS système. Chaque système d'ATLAS, comme par exemple le *Inner detector* ou le *Tile Calorimeter* de la figure 3.3, comporte un groupe de pilotage, un conseil d'institutions, et est présidé par un chef de Projet. Les systèmes d'ATLAS constituent un espace quasi autonome, dans un certain sens leur structure est une réplique en miniature de la structure d'ATLAS. Chaque groupe de travail et chaque activité possèdent un leader et comprennent également des représentants des institutions ou laboratoires collaborant aux systèmes. Dans les systèmes d'ATLAS, on reprend le processus de sélection du chef de projet, les membres de ce système proposent des candidatures et le chef de projet est élu par les membres du conseil d'institutions appropriées à ce système.

Conclusion

Le sujet de recherche est l'équipe du détecteur Pixel, un sous-projet du système d'ATLAS du Inner detector (le détecteur interne). Comme nous l'avons mentionné, cette section sert à expliquer les liens qui unissent les différents organismes du projet Pixel afin de faciliter la compréhension de cet environnement peu connu du lecteur. Afin de nous permettre de circonscrire notre sujet d'étude et éviter toute confusion entre les divers organismes du projet, nous avons choisi de présenter l'historique et la structure organisationnelle du projet Pixel dans la première section du chapitre quatre suivie de l'analyse des résultats.

CHAPITRE 3 LA MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre présente la démarche méthodologique suivie pour atteindre l'objectif de cette étude. La nature de la recherche sera d'abord décrite, et puis le protocole de réalisation expose la façon dont nous avons procédé; les fondements, les référentiels et les stratégies de cueillette des données, pour aboutir aux résultats exposés.

3.1 LA NATURE DE LA RECHERCHE

Cette recherche étudie un seul sujet social bien circonscrit; l'équipe du Pixel du sous-projet du détecteur interne de la collaboration ATLAS. Cette recherche tente de comprendre et de décrire les caractéristiques spécifiques d'une réalité complexe d'un phénomène particulier. Abordant un sujet nouveau, le premier objectif est la description de la dynamique de fonctionnement d'une équipe multiculturelle de projet scientifique.

La revue de la littérature a démontré que les études relatives aux grands projets scientifiques proviennent principalement des domaines de l'histoire, de la sociologie et de l'anthropologie. Toutefois, peu de recherches en gestion de projet se sont intéressées à l'aspect multiculturel des équipes de travail de projets scientifiques, et ce, tout particulièrement en physique des particules. Le manque de connaissance favorise une étude de cas de nature exploratoire.

Ce type d'étude consiste à explorer des domaines de recherche théoriquement peu étudiés. Le but de l'étude exploratoire vise à obtenir de nouvelles connaissances par la

description, la comparaison et la classification d'observations relatives à certains concepts (Fortin et coll. 1988) centrés sur un domaine spécifique. Tel que mentionné par Laramée et Vallée (1991), les recherches de nature exploratoire visent à explorer de nouveaux problèmes de recherche dans le but, notamment, de formuler des questions de recherche nouvelles. Par la suite, d'autres chercheurs, pourraient en déduire des hypothèses qu'ils verraient à valider ou non ultérieurement.

Cette recherche s'efforce d'embrasser, au sens large, le thème de la *culture* et non pas de le réduire à la simple notion de *culture nationale*. La revue de la littérature, sur les thèmes de la culture nationale, de la dynamique d'équipe, de la communication et du comportement organisationnel en lien avec les pratiques de gestion, a permis de mettre en place des points de repère pour construire le questionnaire de recherche ou plutôt le guide d'entrevue que nous avons utilisé dans cette recherche. Bien que cette recherche n'ait pas de portée universelle, le deuxième objectif de cette recherche est de fournir des indicateurs pour tracer les contours de ce secteur inexploré, pour permettre à d'autres chercheurs de formuler des hypothèses, et ainsi, de développer un *corpus* de connaissances et d'instrumentations propre aux spécificités de la gestion de projets scientifiques multinationaux.

En plus de la recension des écrits, cette recherche exploratoire s'inspire de l'approche ethnographique en exploitant aussi les observations de l'auteur pendant son séjour au CERN pour la période de cueillette de données. Ces observations ont été recueillies lors de présentation durant la « semaine ATLAS » et à plusieurs rencontres informelles avec des

membres de l'équipe Pixel ou des physiciens d'autres expériences travaillant ou en visite au CERN.

Ainsi, cette approche génère un processus « d'aller-retour » entre la théorie et l'observation offrant une construction progressive de l'objet de recherche. La recension des écrits permet de délimiter l'objet d'étude, les concepts et les principes théoriques en lien avec le terrain, sans toutefois, s'imbiber de ceux-ci afin de comprendre les dynamiques complexes de fonctionnement du sujet social étudiées dans cette étude de cas.

3.2 PROTOCOLE DE RÉALISATION

Les objectifs de cette recherche requièrent l'utilisation d'une méthodologie qui permet de saisir les processus complexes d'un contexte organisationnel en mouvance. Conséquemment à l'exploration d'un phénomène, la méthode et le protocole de recherche doivent demeurer flexibles tout au long du processus (Laramée et Vallée, 1991 ; cité par Gervais, 2008). Le protocole de recherche est exposé dans la partie suivante.

Sur le terrain, deux méthodes principales de collecte de données ont été retenues : les entretiens individuels et l'observation.

La première source de données formelles repose sur les entretiens semi-structurés des membres de l'équipe Pixel. Il s'agissait de 24 questions ouvertes divisées par thèmes

d'analyses (les relations professionnelles, la structure et la culture organisationnelle, le management de l'équipe et la communication) et reliées aux personnes elles-mêmes (démographique et expérience internationale). La grille d'entrevue est exposée plus en détails dans la partie qui suit sur la présentation du questionnaire.

La deuxième source est l'observation du chercheur. Les premiers mois ont permis d'apprendre le « jargon » et les expériences dans le domaine depuis les dernières décennies, bref connaître les disciplines de la physique plus en profondeur, ce qui a été très utile pendant les entretiens. Ces observations ont été faites lors de rencontres informelles; pause café, à l'occasion de rencontres sociales de l'équipe ou de présentation pendant la « semaine ATLAS ». Toutefois, nous n'avons pas participé aux réunions formelles de l'équipe du Pixel, le chercheur n'ayant pas reçu une invitation de la part du management.

L'observation présente l'intérêt majeur de permettre un accès direct aux interactions des individus dans une situation réelle (Jorgensen, 1989). Les observations « extérieures » ont quand même permis de bénéficier des quatre avantages majeurs associés à l'observation participante, à savoir 1) éviter l'écart entre l'acte et la parole, 2) permettre de découvrir des éléments non conscients chez l'observé lui-même, 3) permettre d'identifier des processus difficilement détectables par les méthodes indirectes telles que le questionnaire et 4) contourner les problèmes de capacité de verbalisation de la part de l'observé (Friedrichs et Ludtke, 1975 ; citée par Chevrier 2000).

3.2.1 Sélection de l'échantillonnage

Étant donné que cette étude se compose d'un échantillon relativement réduit, sa construction présente un certain nombre de limites :

- La première a trait à la représentativité des pays. L'équipe du Pixel est composée de scientifiques de huit pays. Toutefois, les répondants sélectionnés sont parmi les trois groupes majeurs de la collaboration; soit le personnel des laboratoires ou universités italiennes, allemandes et américaines. Cet échantillon permettait une étude plus approfondie de chacune d'elles tout en permettant une analyse comparative.
- La deuxième concerne le lieu de résidence. L'étude porte sur le personnel délocalisé (travaillant au CERN) pour une courte ou longue durée, en excluant les membres de l'équipe dispersée géographiquement. Normalement, les membres européens sont délocalisés pour de courtes durées considérant la proximité géographique des pays, étant plus facile pour eux de voyager entre le CERN et leur institution d'appartenance. Cette situation a eu certaines contraintes sur l'échantillon. Tout d'abord, le groupe américain par sa situation géographique a plus d'expatriés en Suisse et est sur représenté dans l'échantillon. À cet effet et pour établir un équilibre entre les groupes, un employé permanent du CERN de l'équipe pixel a été retenu pour l'échantillon.

- La troisième a trait à l'expérience projet des répondants. Afin de recueillir des perspectives différentes à tous les niveaux de l'organisation de l'équipe et de créer une certaine uniformité d'expérience en contexte de projet, seuls les post-doctorants, le personnel permanent et le chef de projet ont été retenus pour l'échantillon. Les étudiants au doctorat sont exclus, à l'exception d'un étudiant en fin de doctorat qui a été sélectionné dans l'échantillon pour permettre un équilibre entre les groupes européens et le groupe américain.
- Douze des treize entretiens ont été retenus à des fins d'analyse. Un répondant qui avait une participation périphérique dans l'équipe projet a été rejeté de l'échantillonnage. L'échantillon des répondants de l'équipe Pixel est composé du chef de projet et de l'ingénieur de projet, d'un membre du comité consultatif, des deux coordinateurs d'opération, de deux leaders d'un groupe de travail et de cinq membres des groupes de travail.

Les deux prochains tableaux présentent l'échantillon des répondants :

Tableau 3.1 L'échantillon des répondants par pays

Nombre d'entretiens	Italie	Allemagne	États-Unis
Qualité			
Physiciens	3	3	4
Ingénieurs	1	0	1

Tableau 3.2 La diversité culturelle et position dans l'institution de l'échantillon

	Italie	Allemagne	États-Unis	CERN
Position au sein de l'institution	1 ingénieur de projet 1 physicien permanent 1 étudiant doctorat	3 post-doctorants	1 chef de projet 2 physiciens permanents 1 ingénieur 1 post-doctorant	1 physicien permanent
Diversité culturelle par institutions	3- Italien	1- Italien 2- Allemand	4- Américain 1- Chinois 1- Allemand	1- Italien

Finalement, l'échantillon est un choix raisonné « basé sur des idées *a priori* »⁴⁰. Le caractère de cet échantillonnage ne réside pas essentiellement dans la qualité des critères de sélection qui la composent mais surtout dans ses perspectives en termes de comparaison. Le principe de la sélection « raisonnée » est apte à mettre en évidence un phénomène donné, sans toutefois prétendre à la représentativité de l'échantillon par rapport à l'ensemble de la population.

3.2.2 Outils de collecte

Basée sur la revue de la littérature et les observations terrain, la première version de la grille d'entretien fut réalisée. Une phase test avec un physicien de l'équipe du Pixel permit de vérifier la pertinence du questionnaire préliminaire. Après clarification de la

⁴⁰ Selon l'expression de Christian Gourieroux: « triage base sur des idées *a priori* », cite par Gauthier (1987).

grille d'entretien, une autre phase test fut conduite, cette fois, auprès de deux physiciens de l'équipe du Pixel. Fait à mentionner, les répondants lors de la phase test ne font pas partis de l'échantillon de la recherche. À la suite de cette phase test, deux questions ont été retirées de la grille d'entretien, celles portant sur la créativité et la confiance. Elles étaient floues pour le répondant et demandaient une explication exhaustive de la part du chercheur. En fait, elles portaient sur des concepts qui auraient dû être développés par plus d'une question et devenant alors discutables pour les fins de cette recherche

Par la suite, une entrevue avec le porte-parole du détecteur interne et le chef de projet du Pixel de 1996 à 2005 me permit d'en apprendre un peu plus sur l'historique du projet Pixel et sur la structure organisationnelle et managériale du projet Pixel et ATLAS. Des extraits de ces entrevues sont inclus dans la section 4.2 l'analyse des résultats.

Présentation des référentiels de la grille d'entrevue:

1) Démographique

Cette section sert à prendre contact avec le répondant et à le mettre en confiance. Elle vise aussi à connaître la situation de celui-ci dans le projet et dans son institution, son nom et sa nationalité.

Intérêt : Si possible, comparaison entre les groupes : diversité culturelle versus homogénéité

2) Expérience projet (3 questions)

Cette section vise à connaître l'expérience projet du répondant dans un milieu multiculturel pendant son expérience de travail, ses études et ses motivations par rapport à son travail au CERN.

Intérêt : « Un physicien m'a déjà dit : ça fait partie de nous le multiculturel » Un peu comme Obélix, sont-ils tous tombés dans la marmite étant jeune?

3) Temps alloué au projet (2 questions)

Cette section vise à connaître le temps alloué au projet par les répondants sur le projet. La deuxième question porte sur les formes de réseaux de communication utilisés et leurs rôles respectifs tentent d'être déterminés.

Intérêts : En plus du projet, les physiciens, parfois, ont un autre domaine d'intérêts de recherche. Avec cette question, je voulais m'assurer que le répondant était impliqué à un haut niveau dans le projet de la construction du Pixel.

4) Structure organisationnelle (3 questions)

Cette section vise à comprendre les différences entre les structures organisationnelles du projet et des institutions (institutions mères du répondant) et les liens qui les unissent. Aussi, l'expérience de l'acteur est explorée pour comprendre à quelles stratégies ont recouru les répondants pour résoudre les conflits (s'il existe) et leur capacité à remplir leur travail en mode de projet délocalisé.

Intérêt : Je m'attends à trouver une structure plus souple au sein de l'équipe projet et une structure plus hiérarchique à l'institution « mère ». À ma connaissance initiale, les deux structures parallèles peuvent causer certains problèmes pour les répondants.

5) Culture organisationnelle; caractéristique du travail (4 questions)

Cette section explore la clarté du rôle et l'autonomie dans le rôle du répondant en lien avec les activités de leadership lié aux relations qui forment le tissu de l'équipe.

Intérêt : L'autonomie et la créativité dans le rôle sont des valeurs importantes mentionnées dans les écrits et par les médecins. Pour les qualités du leader, les traits comme; le charisme, l'honnêteté, selon moi, sont des valeurs nord-américaines, ne devraient pas ressortir en premier lieu.

6) Communication (4 questions)

Cette section s'intéresse à l'influence de la langue de travail sur les relations professionnelles entre les répondants et les méthodes de communication et de résolution de conflits reliés à celle-ci.

Intérêt : Parler plus d'une langue aide-t-il aux relations professionnelles?

7) Management interculturel (6 questions)

La dernière section porte sur les diverses facettes de la diversité culturelle. Englobant à la fois les modes de fonctionnement, l'éthique de travail et les aptitudes interculturelles des répondants en tentant de déterminer les facteurs de cohésions ou de conflits de l'équipe projet délocalisé.

Intérêt : Est-ce que l'équipe a développé une dynamique de fonctionnement propre à ses besoins? La culture professionnelle est-elle un facteur « fort » de cohésion de l'équipe projet? Note : La question 11 peut avoir un lien avec la question 18.

8) Caractéristique contextuelle (2 questions)

Afin de permettre aux répondants de s'exprimer et partager, au sens plus large, leur expérience au sein de l'équipe projet et les défis et problématiques vécus par les répondants délocalisés tentent d'être identifiés.

Intérêt : Cherche une information différente; l'influence sur divers aspects de la vie d'expatriée du répondant et sa famille. Notes : au départ, il n'y avait qu'une question. Pendant le test, les répondants commentaient l'aspect technique du projet; expliquer rapidement le projet et ensuite, les majeurs problèmes sur le projet pixel (réponse constante pendant les entretiens). Ainsi, une question a été ajoutée afin d'inviter les répondants à faire part de leurs vécus.

3.2.3 Éthique de recherche

Après avoir obtenu la permission du chef de projet de contacter les membres de l'équipe Pixel, une invitation à participer à l'étude (annexe 2) a été envoyée à dix-neuf personnes en respectant les critères de l'échantillonnage. Finalement, treize personnes ont été rencontrées. Lors de chaque entretien une lettre de consentement, après présentation de

celle-ci, a été signée par chacun des répondants, cette entente incluant les enregistrements sonores, les écrits et retranscriptions.

3.2.4 Entrevue

Le choix d'entretien semi-directif se justifie par la nature exploratoire de la recherche. Elle permet une certaine souplesse tout en évitant le flou de l'interprétation des résultats.

Comme le mentionne Valeau (1997) dans sa thèse :

« De nombreux écrits décrivent longuement les règles à suivre pour que les données obtenues dans le cadre des entretiens puissent être considérées comme fiables. L'un des objectifs visés est de réduire l'interaction afin d'atteindre une neutralité telle qu'on peut accéder à ce que pense vraiment le répondant. À l'instar de Fontana (1994), nous croyons que la subjectivité de la relation est inéluctable et qu'il vaut mieux l'admettre et la gérer plutôt que de chercher coûte que coûte à la réduire.

Venkatesh (1995) prend le contre-pied de cette approche. Il invite, par exemple, le chercheur à accepter le café que lui propose le répondant. Cette implication dans la relation : le fait de partager quelque chose et de se détendre contribue à la confiance et permet aux deux protagonistes de se sentir à l'aise dans la relation. Notre conviction est que l'entretien repose avant tout sur une

relation interpersonnelle. Ce qui est en jeu, c'est la capacité du chercheur à entrer en relation et à écouter » (Valeau, 1997).

Après plus d'une année à côtoyer l'équipe du Pixel, le chercheur étant connu de la plupart des répondants, il aurait été inadéquat de prendre son « rôle de chercheur trop au sérieux » avec ceux-ci. Les entretiens ont été engagés dans une « réelle conversation » amicale et honnête, et parfois en acceptant un café. Sans toutefois perdre de vue l'objectif de la rencontre, le chercheur a écouté, et sans prétention à l'objectivité, s'est efforcé de ne pas influencer la discussion ou le répondant.

Certains répondants étaient extrêmement volubiles et pouvaient répondre à plusieurs questions à la fois, alors, nous reposions les questions une à une en demandant s'ils avaient quelque chose à rajouter, souvent c'était le cas. Pour d'autres, l'entretien s'est déroulé d'une manière plus traditionnelle.

Les entretiens ont été effectués par le chercheur au CERN. Ils ont duré approximativement 1h30 et ils ont tous été enregistrés sur magnétophone. Aussi, un bloc-notes a été très utile pour inscrire les idées sur lesquelles il serait intéressant de revenir une fois le propos du répondant achevé.

Un dernier commentaire à propos des entretiens, les physiciens ayant l'habitude de répondre précisément à une question. Il ne fallut que peu de temps pour le réaliser. Voici un résumé d'un commentaire :

« Hope that was useful for you, I have the impression I didn't answer your questions. » P1

MN : « Yes, it's great, Why? »

« Because, in physic, an answer is something like 9.4583 » P1

Par la suite, nous précisions au début de l'entretien qu'il n'y avait ni de bonnes ou de mauvaises réponses pour enlever une certaine pression que le répondant aurait pu ressentir pendant l'entretien. Enfin, après chaque entretien, le répondant a été remercié chaleureusement de sa participation.

3.2.5 Analyse des données et codification

Les entretiens n'ont pas été retranscrits en entier. Afin de gérer l'information recueillie pendant les entretiens, une première codification a été effectuée à partir de la théorie et des thèmes spécifiques à l'étude. Ensuite, la codification a été peaufinée pour raffiner les résultats. Des extraits d'entrevue ont été retenus, lorsque pertinents, pour confirmer ou infirmer les conjectures théoriques ou pour permettre au lecteur une meilleure compréhension d'un thème abordé dans l'analyse des résultats. La retranscription des entretiens et la codification ont été effectuées de manière manuelle, sans le recours à un logiciel spécialisé d'analyse de contenu comme Nudist ou autre.

3.2.6 Présentation des extraits d'entretien

Les extraits des entretiens référeront à la citation d'un répondant par Pn (n=1... 13). Les citations recueillies sont transcrites en anglais pour ne pas modifier le contenu de ce qui avait été transmis au cours des entretiens.

Sur la transcription des notes, les citations sont « grossièrement transcrites ». Il n'y a aucune indication de mots se chevauchant, des interruptions, la longueur de pauses et des syllabes prolongées ne sont pas transcrites afin de faire ressortir le discours. Nous croyons, cependant, que les transcriptions sont adéquates pour le niveau d'analyse et plus faciles à lire pour le lecteur. Les conventions suivantes ont été utilisées dans la transcription :

[...] au milieu d'une phrase, indique un long discours qui n'ajoute pas de nouvelle information à l'extrait tel que la répétitivité des propos ou un exemple pour préciser la situation exprimée par le répondant.

() les parenthèses sont utilisées pour spécifier au lecteur des éléments manquants dans la discussion tels que le nom de lieu ou d'une expérience, et/ou une expression corporel qui ajoute de l'information à l'extrait.

CHAPITRE 4 LES RÉSULTATS

Ce chapitre consiste à décrire les résultats d'analyse des entrevues de l'étude de cas. La première section de ce chapitre présente la structure de l'équipe du Pixel. En tout premier lieu, une brève description du détecteur expose la réalité des défis techniques du projet suivis par l'évolution de l'équipe et sa structure organisationnelle. La deuxième section présente l'interprétation des résultats de cette recherche. Enfin, nous présenterons un bref résumé des auteurs en PHE sur deux thèmes, le contexte de la gestion de projet et la motivation, qui semblent pertinents pour la compréhension du lecteur dans un aspect d'ensemble de la problématique et de la discussion des résultats du prochain chapitre.

4.1 HISTORIQUE ET STRUCTURE DE L'ÉQUIPE DU PIXEL

Le détecteur ATLAS est un puzzle technologique géant, constitué essentiellement de quatre couches concentriques; un détecteur de muons, un calorimètre hadronique, un calorimètre électromagnétique, et le détecteur interne. Le détecteur interne est divisé en trois sous-projets : le détecteur Pixel, le détecteur à bande (SCT-Semi-Conductor Tracker) et le détecteur de radiation à transition (TRT - Transition Radiation Tracker).

Cette étude de cas a été conduite sur l'équipe du projet Pixel. Au début des années 90, le projet Pixel se constitue à partir d'un noyau d'une vingtaine de personnes provenant

de quatre⁴¹ institutions qui ont le savoir-faire de la nouvelle technologie qui est à la base du projet de construction du détecteur Pixel au silicium. Au fil des années, plusieurs institutions viendront se joindre à eux. En 2008, le projet du Pixel rassemble plus de 100 scientifiques de 18 institutions provenant de huit pays incluant le laboratoire du CERN.

4.1.1 Nature et origine du projet

La machine : Le détecteur Pixel

Situé au cœur du géant détecteur ATLAS, le détecteur Pixel est petit, coûteux et sa technologie extrêmement complexe. Le détecteur Pixel est le premier détecteur rencontré par les particules issues de la collision entre protons et permet une mesure des particules avec la précision de l'ordre d'une dizaine de micromètres.

Un peu comme une caméra géante, le passage des particules chargées génère un signal électronique dans les pixels permettant avec une grande précision de suivre la trace d'une particule après la collision. À la différence d'une caméra, les images ne sont pas constituées par la lumière, mais par des particules chargées. Ce type de technologie offre la possibilité d'étudier des particules avec une espérance de vie très courte.

Les modules de détection Pixel étant situés très près du faisceau du LHC, ils doivent résister à la radiation cumulée pour une période prolongée d'une dizaine d'années. Sa forme cylindrique entoure le faisceau et sa première couche est située à seulement 5 cm de

⁴¹ Source: une entrevue sur l'historique du projet Pixel.

l'interaction des collisions entre les protons. Il occupe un volume d'un peu plus d'un mètre de longueur et d'un mètre et demi de diamètre. Il comporte trois couches cylindriques de modules de détection qui s'étagent sur trois couches positionnées à 5,9 et 12 cm de l'axe et prolongées de disques de chaque côté. Dans cet espace compact, il y a 1744 modules de détection pour près de 80 millions de canaux électroniques. Chacun de ces canaux est capable de mesurer la charge déposée par une particule dans un pixel de silicium mesurant seulement 50 microns par 400 microns.

Le détecteur Pixel est le plus petit, néanmoins de nombreux défis techniques dans sa construction ont poussé la date d'installation à avril 2007. Il fut l'une des dernières composantes du détecteur ATLAS à être installé dans la caverne avant sa fermeture pour les premières collisions du LHC. Tel un satellite lancé dans l'espace, le détecteur Pixel n'est plus accessible pour d'éventuelles réparations après la fermeture du détecteur ATLAS.

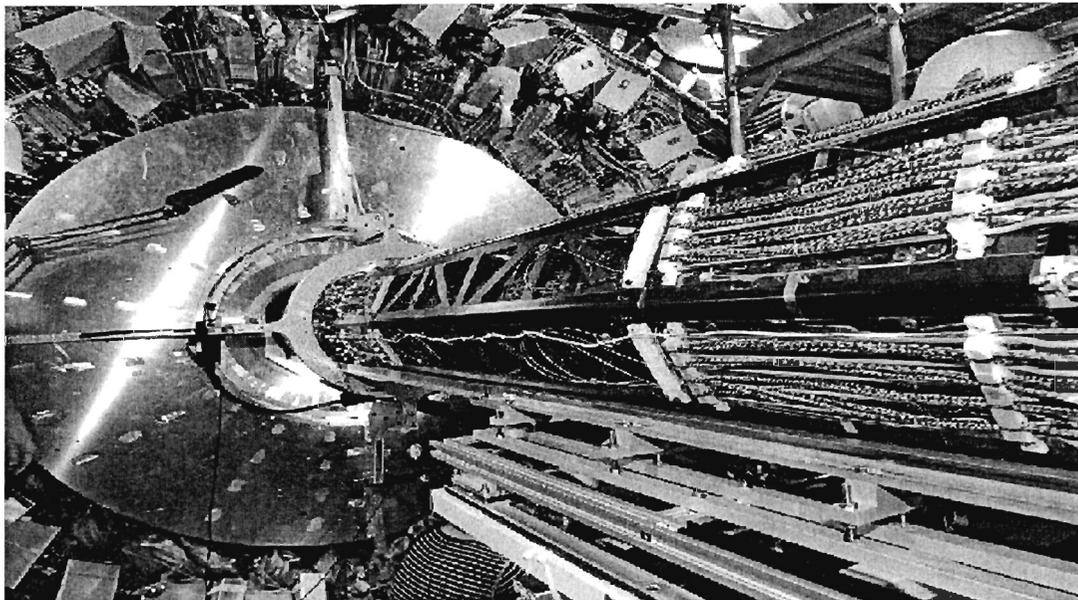


Figure 4.1 : Installation du Détecteur Pixel au cœur d'ATLAS (Photothèque ATLAS)

Détecteur au Pixel au moment de l'installation en juin 2007. La cage noire contient le détecteur Pixel, connecté à celui-ci les circuits électroniques qui permettront de reconstruire très précisément la trace des particules émergent des collisions.

Un bref historique de la collaboration

Le LHC est le plus puissant accélérateur en physique des particules jamais construit au monde. Une nouvelle génération de détecteurs de hautes énergies doit être bâtie et de nombreux défis techniques les attendent dans la recherche de nouvelles particules. En effet, le détecteur Pixel d'ATLAS fait partie de la première génération de détecteur de ce genre à n'être jamais construit à un collisionneur de protons. Dans la prochaine section, nous verrons comment cette équipe s'est formée et a évolué au sein de la collaboration d'ATLAS.

La collaboration d'ATLAS s'est constituée au début des années 1990. Le nouveau détecteur ATLAS commande une nouvelle technologie pour une mesure précise capable de subir un environnement féroce en radiation. Pierre Delpierre propose à la collaboration ATLAS, une nouvelle technologie prometteuse, les détecteurs à pixel au silicium. À la fin des années 90, cette technologie a été installée par CPPM (Centre de Physique des Particules de Marseille) sur le détecteur Delphi, une expérience du LEP⁴² au CERN. Cependant, cette technologie est nouvelle à l'époque et des doutes subsistent sur ses propriétés. Ainsi, une série d'étapes de consolidation est engagée afin de convaincre la communauté que cette technologie peut être construite d'une façon appropriée dans l'environnement hostile du LHC.

Pendant la phase de développement du projet, l'équipe du Pixel est principalement constituée d'un noyau de quatre institutions qui ont le savoir-faire de la nouvelle technologie qui est à la base du projet du détecteur Pixel. Il y a le département de physique de Gênes en Italie, L'institut de physique de Bonn en Allemagne et le Centre de physique des particules de Marseille (CPPM) en France. Enfin, 1993, Le Laboratoire Lawrence Berkeley National (LBNL), aux États-Unis, viendra se joindre à eux. Ils forment un groupe d'environ 20 personnes.

⁴² Le LEP, le Grand Collisionneur électrons-positrons situé au CERN, est inauguré en 1989. Il fût en opération pendant 11 ans, jusqu'en 2000. Il cédera sa place dans le tunnel de 27 kilomètre pour la nouvelle génération d'accélérateur, le LHC.

Un physicien nous explique la procédure pour LBNL avant de rejoindre l'équipe du Pixel. L'intérêt de cet extrait réside dans la structure du projet mise en place par ATLAS en comparaison avec le détecteur CMS⁴³.

« We had a phone conference with ATLAS and CMS management, in 1993, it's like interviewing them. CMS as a different approach to the construction phase which was a more clean project management approach, each piece belong to a localise group of people, major pieces belong to a country. The approach in ATLAS, and Peter Jenni⁴⁴ was really clear about that from the minute with talk about it, was that they are no national blocks in ATLAS, nothing belong to a country or to a group, so wherever you choose to work, you will have to integrate yourself completely with ever communities are already at work and there no pieces of ATLAS which belong to a country. » P2

À l'époque, le chef de projet est Pierre Delpierre du CPPM. « C'est lui qui a dynamisé l'équipe Pixel à ses origines par ses efforts soutenus » selon un des anciens chefs du projet Pixel. À son départ, le leadership du groupe sera repris par le groupe LBNL. Cet ancien chef du projet Pixel explique l'influence d'un individu sur un groupe et les raisons de la perte du leadership de CPPM dans le groupe du pixel après 2000 :

⁴³ CMS est une expérience du CERN. Bien qu'elle poursuive les même buts scientifique que l'expérience ATLAS, la collaboration CMS a opté pour d'autres solutions techniques. Pour cette raison, ATLAS et CMS sont nommées des expériences sœurs. La collaboration CMS regroupe plus de 2000 scientifiques de 155 instituts et 37 pays (octobre 2006). <http://public.web.cern.ch/Public/fr/LHC/CMS-fr.html> (avril 2009)

⁴⁴ Porte-parole d'ATLAS à l'époque.

« In those kind of collaboration, you need some person around which the activity is coherent and organised, if this personality goes off for any reason, such as retirement, if there is somebody with similar skills, the group continue, or if you don't have let say an «héritier» the group can loose a bit of its importance. »

Ces quatre groupes font face à plusieurs défis techniques. Plusieurs générations de prototypes seront étudiées, testées et présentées à la collaboration ATLAS entre 1996 jusqu'à la version définitive en 2003. Pendant cette période, il existe une alternative à la technologie Pixel. L'équipe doit prouver et convaincre la collaboration ATLAS que cette technologie est la meilleure solution et qu'il est possible de la construire. Un physicien de l'équipe Pixel explique:

« By the end, this project was the only project on the technical point of view to survive at the very small radius of atlas. So there wasn't any possible competition on this point of view. [...] So we had to convince our colleagues that was possible to do and that was done through milestones. A difference with other (type of) projects, it's if that was proposed to a vote, they will have voted against, so we will have to prove. We have an impact on the collaboration... What we do influence the others to do their measurements. » PI

En effet, aucun détecteur comme celui du Pixel n'avait été construit auparavant, et plusieurs doutes subsistaient sur la faisabilité du projet.

« Nobody ever build a detector quite like this before [...] it was huge uncertainties that it was possible when we started it. A lot of people said: «you can't go with something like that; it's never going to work.» P2

En 1995, le plan technique d'ATLAS est approuvé par le CERN et un premier plan de design technique devait être présenté à la fin de 1996. Cependant, plusieurs éléments comme le détecteur Pixel ne sont pas à maturité pour le plan final. En 1999, les spécifications d'un plan technique du détecteur ATLAS sont approuvées et seront finalisées entre 1996 et 2003. La recherche et le développement des détecteurs à pixel continueront et seront approuvés pour sa version définitive en 2003. Au même moment, en 2003, la caverne d'ATLAS est déjà prête et accueillera les premières pièces du détecteur ATLAS.

La phase de réalisation est la construction des éléments du détecteur Pixel. Elle est divisée en trois groupes de travail. Il y a les modules de détections italiens, allemands et américains. En fait, ces trois groupes sont responsables des modules de détection et de leur cadre de support. Le détecteur Pixel comporte trois couches cylindriques de pixels (appelé le baril) et est prolongé par des disques de chaque côté. Les disques sont la responsabilité des États-Unis et le baril celui des groupes européens. Certaines parties spécifiques du

détecteur sont la contribution d'institutions ou de laboratoires. L'institution de Taiwan a contribué aux liens optiques d'acquisition de données, les institutions de Prague ont contribué aux senseurs au silicium et le CPPM a contribué aux circuits électroniques et au système de refroidissement. Enfin, l'assemblage des pièces fut réalisé conjointement au CERN par les membres de ces équipes entre 2005 et 2007.

La phase opérationnelle débute avec la mise en opération du projet. En juin 2007, le détecteur est installé au cœur du détecteur ATLAS. Près d'un an s'écoule entre l'installation et la mise en fonction du détecteur Pixel à cause de l'attente créée par l'installation d'autres détecteurs d'ATLAS. Ses systèmes sont testés, les opérateurs sont formés pour être prêts à la prise de données pour le début du LHC en septembre 2008.

Le projet se terminera avec la fin de la construction du détecteur. La majorité des membres de l'équipe retourneront à leurs activités de physique fondamentale. Cependant, un groupe formé d'experts, d'une vingtaine de personnes, continuera les activités de réparations et d'entretien du détecteur et la mise à jour de la technologie pour les générations futures de détecteur au Pixel.

4.1.2 Structure organisationnelle

Il y a une distinction importante à garder à l'esprit avant de commencer cette section. Les éléments de la structure organisationnelle présentés, dans la mesure où il a une

vraisemblance avec l'industrie, ne peuvent s'appliquer que durant la phase de construction du détecteur. Une fois le détecteur mis en fonction et que l'analyse des résultats a commencé, une structure organisationnelle beaucoup plus souple est mise en place.

Les systèmes, dans ATLAS, constitue un espace quasi autonome, dans un certain sens leur structure est une réplique en miniature de la structure d'ATLAS. Chaque système d'ATLAS comporte un chef de projet, un groupe de pilotage, un conseil d'institutions et les agences de financement. Le groupe de pilotage prend des décisions sur l'exécution technique et fait des recommandations au conseil d'administration des institutions. Le conseil d'institutions, pour sa part, prend des décisions sur des choix techniques majeurs et sur le partage de ressources et des responsabilités. Le projet Pixel est défini par le *protocole d'intention (MoU)* de la collaboration ALTAS. Rappelons que ce n'est pas un document contractuel légal entre les partenaires. Ces principes définissent les objectifs, les droits et les obligations des institutions membres de la collaboration pour mener à bien un projet.

Au début du projet, les membres de l'équipe Pixel sont dispersés géographiquement. Afin de surmonter les contraintes de l'éloignement, une semaine de réunions est organisée quatre fois par an, à l'extérieur du forum d'une semaine de la collaboration ATLAS. Ces séances plénières permettent de faire le bilan des progrès accomplis et des décisions qui devront être prises pour l'avancement des travaux. Elles permettent aussi à tous les participants d'acquérir une compréhension globale du projet.

« You might lose in efficiency but you get a better understanding of every components of the project » P2

Le moment venu, les membres de l'équipe Pixel arrivent sur le lieu de l'expérience pour assembler les composantes du détecteur. Fait à préciser, en aucun cas les équipes virtuelles associées aux groupes de travail ne sont présentées ou font l'objet de cette recherche. Cette étude de cas concerne spécifiquement les membres de l'équipe Pixel localisés sur le site du CERN pendant le projet.

Les parties prenantes

La figure 4.2 propose un organigramme de l'équipe du Pixel entre 2006 et 2008. Cette période coïncide avec la terminaison des extrants, soit l'assemblage des éléments du détecteur Pixel au CERN, et à la mise en opération du projet au sein du détecteur ATLAS. Cette période correspond aussi au laps de temps sur laquelle cette étude de cas s'échelonne dans le cycle de vie du projet.

Pourquoi proposer et non pas présenter un organigramme? Les expériences en PHE ne sont pas organisées à l'image de l'industrie (voir section 2.1.2). Leur structure est souple et flexible favorisant la coopération et des formes collectives de travail. L'extrait du texte introduisant l'organigramme de l'équipe Pixel nous informe sur les objectifs de celui-ci :

The purpose is to define the flow of responsibility, not to restrict communication. The pixel collaboration has been and is expected to remain open to free flow of information and ideas. However, when it

*comes to performing actions on the detector that carry a risk of damage or loss of data, responsibilities must be well defined*⁴⁵

Dans la section de l'analyse des données, le lecteur trouvera des pistes de réflexion pour comprendre cette notice de présentation de la structure organisationnelle du projet. En bref, même si un organigramme est présenté, celui-ci n'est pas trop détaillé et ne doit pas être considéré comme restrictif. Ainsi, l'organigramme de la figure 4.2 est la vision du chercheur et une tentative de décrire la structure hiérarchique de l'équipe Pixel et des parties prenantes du projet.

⁴⁵ Extrait tiré d'un document de février 2007 pour les membres de l'équipe du Pixel sur les directives de la phase opérationnelle

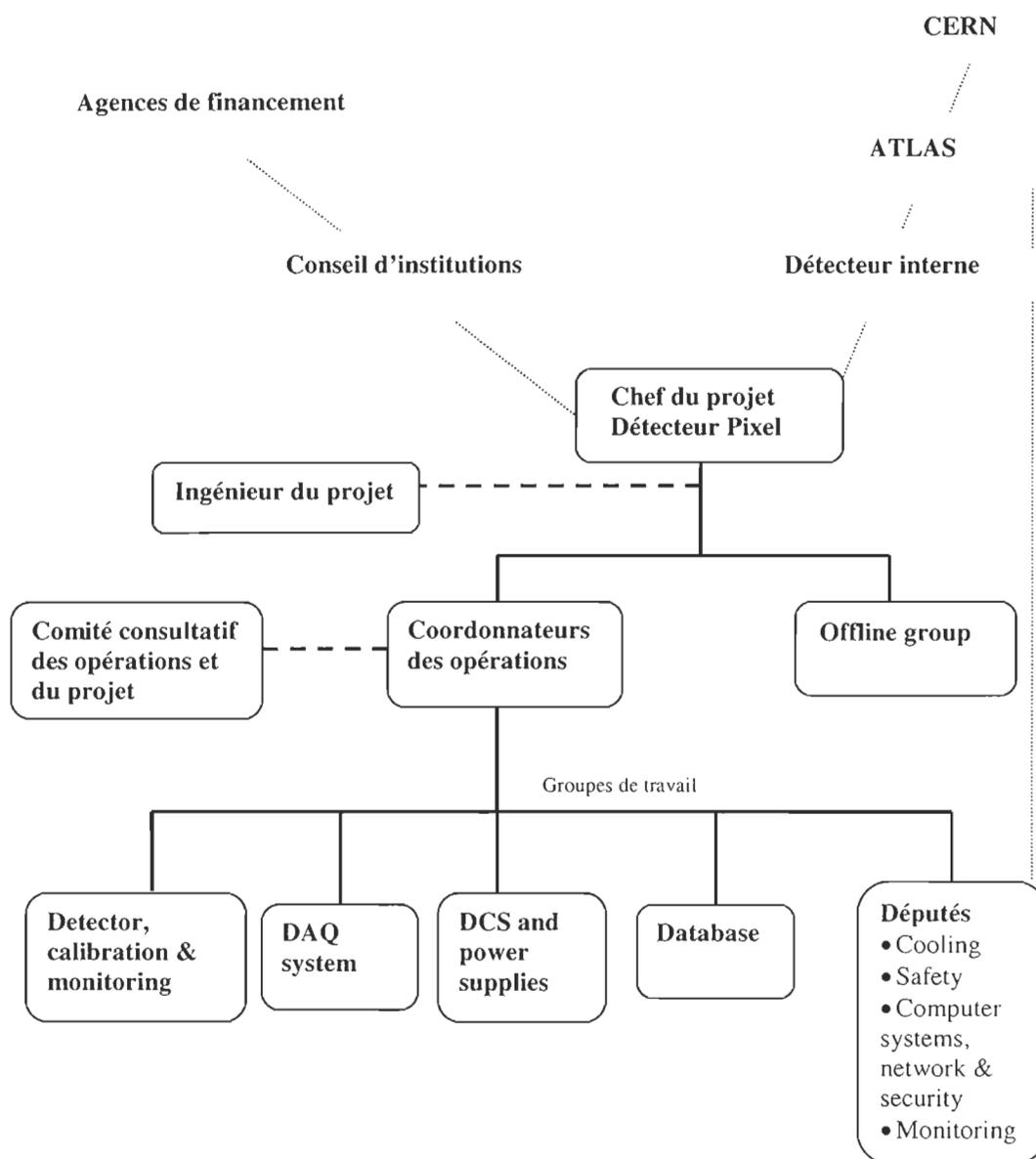


Figure 4.2 : Proposition d'un organigramme de l'équipe Pixel

L'équipe locale de projet

Au CERN, l'équipe est composée du chef de projet assisté d'un ingénieur de projet et de deux coordonnateurs des opérations. Un groupe formé d'une dizaine de personnes que nous nommerons comité consultatif des opérations, des leaders des groupes de travail et enfin, les membres des groupes de travail.

Le chef de projet est élu pour un mandat limité de deux ou trois ans. Il a la responsabilité d'une vue d'ensemble de tous les aspects du projet. Il joue le rôle important de médiateur entre les membres de l'équipe Pixel et il représente le projet Pixel au sein de la collaboration ATLAS, des organismes de financement et du conseil des institutions du projet. Les fonctions et les défis du chef de projet seront analysés plus en profondeur dans la prochaine section.

Les deux coordonnateurs des opérations ont pour mandat de gérer la réalisation des activités du projet. Ils président les réunions avec les leaders des groupes de travail et les députés. Ils ont aussi la responsabilité de participer aux contrôles entre le Détecteur Interne et la collaboration ATLAS. De par la nature exigeante de ce rôle, la durée de leur mandat est normalement d'une année. Les coordinateurs décident du partage des tâches entre eux. Cependant, en tout moment, si l'un n'est pas disponible, l'autre devra être en mesure de remplir sa tâche.

Le comité consultatif des opérations est présidé par le chef de projet. Il est composé des leaders des groupes de travail, des coordinateurs d'opération (présents et probablement passés) et des experts dans les secteurs spécifiques qui ne font généralement pas partie des groupes de travail. Sa tâche est d'une part de donner un avis et d'assister le chef de projet dans la prise de décision sur les aspects techniques, et d'autre part de jouer un rôle de surveillance. En fait, il permet au projet de rassembler un groupe d'expert et, sur le long terme, d'assurer l'expertise appropriée au fonctionnement du détecteur. Les membres de ce groupe n'ont pas nécessairement besoin d'être en permanence au CERN. Normalement, ces membres se rencontrent une fois par semaine ou selon les besoins de l'avancement du projet.

Chaque **groupe de travail** est supervisé par un leader. Les groupes de travail incluent les membres de l'équipe locale et les membres de l'équipe virtuelle dispersés géographiquement dans leurs institutions respectives. Les membres de l'équipe peuvent travailler sur une activité spécifique dans leur groupe ou encore peuvent avoir des responsabilités qui traversent horizontalement la structure avec d'autres groupes de travail pour accomplir une tâche particulière. Le leader est responsable de coordonner les activités des membres de son groupe de travail et d'assurer un lien de liaison entre son groupe et les coordinateurs des opérations.

Communément, les participants d'une expérience PHE se répartissent en petits groupes, les collaborations ne sont pas subdivisées par départements, division, unités ou d'autres infrastructures organisationnelles fixes » (Knorr-Cetina, 1999). Presque tous les

groupes sont des groupes de travail, à l'exception du Conseil de Collaboration; dans un sens ou ces groupes se concentrent, étudient et travaillent sur des aspects technologiques du détecteur.

Les députés sont des individus désignés pour satisfaire des engagements de main d'oeuvre aux activités communes du Détecteur interne. Ils ont aussi la responsabilité de représenter les intérêts du Pixel dans ces activités.

Le Conseil des institutions

La structure du projet Pixel est à l'image de la collaboration ATLAS en miniature. Il y a un conseil des institutions où chaque directeur des institutions du projet est un membre du conseil. Le conseil des institutions est l'organisme décisionnel. Il prend des décisions sur des choix techniques majeurs et sur le partage des ressources et des responsabilités. Certaines parties du détecteur Pixel ont sollicité la participation de l'industrie. Communément, la décision d'affaire avec une compagnie est prise par les membres du Conseil des institutions. Chaque institution collaborant dans le projet dispose d'une voix et d'un vote.

Les agences de financement

Les ressources monétaires du projet proviennent principalement des agences de financement des divers pays participants dans le détecteur Pixel. Il y a six agences de

financement pour le projet Pixel. En règle générale, le chef de projet n'est pas en communication directe avec les agences financement, mais avec un représentant d'institution du pays qui parle au nom de cette agence.

Enfin, un effort continu de la part du management a été fait pour regrouper les membres de l'équipe localisée au CERN dans un même bâtiment. Les individus travaillant au sein d'une institution partagent un même bureau adjacent à ceux des autres équipes du Pixel. Physiciens permanents, post-doctorants et étudiants sont réunis dans un même bureau sans distinction hiérarchique. De cette façon, les membres peuvent consulter leurs collègues facilement et échanger de l'information. Cette configuration a contribué à la cohésion entre les membres, a créé une communauté et a développé le sentiment d'appartenance à l'équipe Pixel.

4.2 L'ANALYSE DES DONNÉES

La présentation de données présente une difficulté pour le chercheur. Étant impossible pour celui-ci de produire de manière intégrale le contenu des extraits des entrevues, le lecteur est soumis à percevoir la situation observée par l'entremise de sa subjectivité.

Pour résoudre cette situation, nous avons d'abord regroupé les données recueillies en cinq thèmes distinctifs qui sont l'individu, la communication interculturelle, la dynamique de fonctionnement, l'influence de la culture et le rôle du gestionnaire de projet afin de faciliter la lecture des résultats. Ensuite, pour chaque thème, nous avons choisi un échantillon d'extraits représentatifs du sujet traité en introduisant les observations du chercheur et des connaissances théoriques reliées au propos pour ainsi mieux comprendre le phénomène étudié.

Les extraits des entretiens référeront à la citation d'un répondant par Pn (n=1... 13). Les citations recueillies sont transcrites en anglais pour ne pas modifier le contenu de ce qui avait été transmis au cours des entretiens. Pour les conventions de transcriptions des entretiens, se référer à la partie 3.2.6 Présentation des extraits d'entretien.

4.2.1 Expérience multiculturelle et projet des membres de l'équipe

Depuis une cinquantaine d'années, la physique expérimentale s'organise autour de grands projets de collaboration internationale. Les étudiants, aussitôt qu'au moment de leur maîtrise, expérimenteront la diversité culturelle dans leur étude par le biais des écoles d'été ou d'une expérience au sein d'une équipe de travail sur un projet dans un laboratoire. Aussi, les départements des grands universitaires accueillent des étudiants et professeurs de différentes nationalités. Ainsi, les jeunes chercheurs apprennent et développent leurs compétences interculturelles dès le début de leur formation.

Notre échantillon ne fait pas exception, la majorité des répondants avaient déjà vécu une expérience de travail ou d'étude dans un environnement multiculturel avant le projet Pixel. Si nous considérons l'école d'été du CERN dans notre analyse comme une expérience multiculturelle, alors tous les répondants ont fait l'expérience d'un environnement multiculturel avant de rejoindre l'équipe du projet Pixel. De même, dix des douze participants avaient participé à un projet similaire au cours de leurs études ou dans le milieu du travail.

Tableau 4.1 Expérience multiculturelle et projet des participants

Travail ou étude dans un environnement multiculturel	11 sur 12 (92 %) des participants
Considère l'école d'été du CERN à l'environnement multiculturel	100 % des participants
Expérience dans un projet similaire	10 sur 12 (83 %) des participants

Les physiciens qui ont choisi de se joindre à l'équipe du Pixel au CERN l'ont fait sur une base volontaire. En fait, les institutions ne peuvent obliger un physicien permanent à s'expatrier au CERN. Pour les positions de post-doctorant et d'étudiant, lors des discussions d'embauche l'institution informe le candidat des modalités des possibilités qui se présentent à eux.

« When we hiring, we make it clear what we will do with their life. » P3

Pour plusieurs, il ne fait pas de doute qu'ils joindront leur groupe au CERN.

« It was clear to me when I joined the project that I would be spending a significant amount of time here (CERN). » P5

D'autres, pour des motifs positifs, se joindront d'eux-mêmes au groupe d'expatriés au CERN.

« The work at CERN becomes to be more interesting than at home. I was on the production and it makes sense to come here » P12

Enfin, les institutions s'efforcent de garder un équilibre entre les membres dans le pays d'origine et ceux au CERN. Même dans la situation d'un post-doctorant ou un étudiant, si des raisons familiales ou autres sont invoquées, l'institution n'obligera pas les membres à s'expatrier. Toutefois, les membres des institutions rencontrés affirment qu'il a parfois une part de négociation pour convaincre leurs membres pour se rendre sur le site de l'expérience.

4.2.2 La communication interculturelle

Afin de pouvoir communiquer entre individus de profils culturels différents, une langue officielle a été retenue, l'anglais. Dans le domaine de la physique des particules,

l'anglais est le *lingua franca* depuis plusieurs décennies. Ces équipes ne font pas exception puisque l'anglais est aujourd'hui la langue de presque tous les scientifiques et gens d'affaires qui travaillent à l'international (Chevrier, 2003).

Les membres d'une équipe de travail d'une même nationalité échangent couramment dans leur langue maternelle. Par ailleurs, dans l'équipe américaine, un répondant de langue maternelle germanique nous a avoué communiquer en anglais par habitude de travail avec un collègue de même nationalité. Il n'est pas rare aussi lors d'échanges de travail entre collègues que la personne en minorité linguistique, si elle maîtrise la langue de l'autre, préférât communiquer avec ses interlocuteurs dans leur langue maternelle.

« If possible, I prefer to talk the mother tongue of the person » P8

Dans l'équipe du Pixel, les échanges oraux, les présentations et les travaux écrits en anglais sont centrés sur le travail et l'avancement du projet. La communication écrite; notes, résumés, courriels et autres, est une source importante d'activités. Comme le mentionne Knorr-Cetina (1994), le cachet particulier des expériences en PHE est qu'elles provoquent réellement des formes collectives de travail qui incitent les participants à une coopération fructueuse. Le domaine en PHE s'éloigne du modèle de l'industrie, car les écrits sont une source d'activités dans lesquelles les membres s'engagent collectivement. Ils sont partagés, diffusés et accessibles à tous les membres de l'organisation.

Maîtrise de la langue de travail

Dans notre échantillon tous les participants maîtrisent au moins deux langues, quatre d'entre eux trois langues et un participant pouvait s'exprimer dans quatre langues, soit 42 % des participants maîtrisent au moins trois langues. De plus, les répondants de langue maternelle anglaise de l'équipe américaine maîtrisent au moins deux langues.

Tableau 4.2 L'équipe américaine et la maîtrise d'une autre langue

Membres de l'équipe américaine	Nationalité ou origine ethnique	Langues parlées
Participants 1	États-Unis	anglais, italien, français et connaissance de l'allemand
Participant 2	États-Unis	anglais et français
Participant 3	États-Unis	anglais et français
Participant 4	Chine	anglais et cantonais
Participant 5	Allemagne	anglais et allemand

La littérature sur la communication interculturelle nous informe sur certaines difficultés du groupe de travail ayant des membres unilingues travaillant avec des étrangers. Ces difficultés sont liées à l'incompréhension et à l'insensibilité d'expression d'un individu à s'exprimer dans une langue autre que sa langue maternelle. Elles peuvent créer des conflits par l'usage de mots ou d'expression trop forte ou de la frustration pour la personne qui s'exprime dans un registre limité ayant moins accès aux nuances de la langue.

Les répondants ont exprimés ce manque de sensibilité de certains interlocuteurs qui utilisent leur langue maternelle dans le milieu de travail. La plupart des répondants affirment qu'un individu maîtrisant plus d'une langue aura tendance à être plus sensible à

l'autre. Ces commentaires ne s'appliquent pas particulièrement aux membres de l'équipe Pixel, mais de manière plus générale à l'ensemble des collaborateurs dans le domaine PHE.

« Native English speaker, a lot of time don't try too hard [...] I think they are lucky to speak their native language. » P6

« Parler anglais exige un surcroît de concentration dont il est agréable de se dispenser hors des réunions de travail (Chevrier, 2003) ». Certains répondants nous ont exprimé cette réalité. Aussi lors de relations informelles, par exemple les repas ou les pauses, les gens ont tendance à se regrouper par langue même si ce n'est pas systématique (Chevrier 2003). Certains groupes semblent plus enclins à se retrouver pour discuter dans leur langue maternelle, ou disons qu'ils ressentent un plus grand besoin comme l'ont verbalisé certains participants du groupe italien.

Difficulté d'expression et de compréhension

Le niveau de la connaissance de l'anglais varie selon les participants, certains sont très à l'aise et d'autres un peu moins. Est-ce qu'il existe des difficultés de communication ou de l'incompréhension? Ils ont tous répondu que le fait était courant et que cela était naturel.

« Sometime it isn't even the language, it's simply a lack of communication, for example, people don't even talk about the same problems » P9

« It happens even with two native English speakers, usually people will ask questions to clear it up » P4

Lors des réunions, les participants reconnaissent moins intervenir devant un grand groupe. Il arrive souvent que le sujet soit discuté après la réunion dans la langue maternelle ou avec un collègue. Dans les petits groupes, les échanges sont plus spontanés, les participants posent des questions de clarification ou pour pallier au manque de connaissance de la langue, les membres de l'équipe auront recours à la traduction avec un membre dans la langue maternelle.

« Sometime people who understand can explain in the mother language of the other - a kind of translation » P13

En fait, les incompréhensions passent souvent inaperçues au moment des échanges. Les participants sont persuadés d'être sur la même longueur d'onde, découvrent les malentendus après coup.

« The discovery of the problem is the hard part, the resolution is easy »

P3

Pour remédier à la situation, certains participants n'utilisent pas les contractions telles que « *can't* » et utiliserons plutôt « *can not* » pour éviter les malentendus avec une personne de langue étrangère. L'écrit est aussi utilisé pour préciser les demandes, pour certains participants cela aide à la compréhension.

« As we write a lot, that help to understand each other. »P12

La physique des particules est un domaine technique. Les thèses sont parfois rédigées en anglais et non dans la langue maternelle. Les jeunes physiciens apprennent l'anglais à un jeune âge. Au fil des rencontres et des amitiés, les gens développeront une maîtrise de la langue, des accents et différents pièges qui guettent les non-initiés à la communication interculturelle.

« Everybody learn English quite at a young age in physics » P2

En fait, une des particularités qui favorise la communication interculturelle est la petite taille de la communauté des expériences expérimentales en physique des particules. Comme un participant le mentionne :

« What happens in our field is that everybody moves around a little bite but we all know each others after a while. We keep bumping into the same people over and over. And this makes it easier to work together even if you're not from the same country [...] it's not such a big community » P2

4.2.3 Dynamique de fonctionnement de l'équipe projet

L'absence de relations hiérarchiques rompt avec le fonctionnement traditionnel académique des structures d'origines des membres du projet. La structure hiérarchique du projet est présentée par les participants comme aplatie, non bureaucratique, démocratique et flexible.

« Here the structure is very flat. You have the project leader and below him, you have a small group of engineers and physicists. Not on the same level, but more or less on the same level [...] more or less likes an advisory body to the project leader, they also makes day-to-day decisions but the project leader as kind of the last words on the things which are large enough magnitude at the project level. Things that are small magnitude, we make the decision ourselves. And below that, you have a bunch of physicists which, in fact, sometimes are more senior physicists than us [...] It's not even below, it's more like on the parallel side. » P9

De plus, ils font appel à des mots tels qu'« égalitaire » et « collégiaux » pour décrire la relation de travail entre les membres de l'équipe. Ils mentionnent divers facteurs profitables à cette dynamique de fonctionnement; 1) les leaders sont élus pour une durée de temps limitée, 2) le management n'est pas une carrière en physique, 3) on ne se formalise généralement pas du titre ou du statut d'un collègue. Aussi, un physicien permanent avec plusieurs années d'expérience dans le domaine peut choisir de travailler sur un sujet d'intérêt sans avoir un rôle de leader.

« At time, I had responsibilities. At the Fermilab, I was a group leader for 15 years and a projet leader. [...] I intentionally, on purpose, didn't want to have a responsibility in management and wanted to get my hands dirty by doing the work. The type of work, I am doing here is at post-doc level. » P4

À l'intérieur d'une collaboration, il faut planifier et coordonner, et, évidemment, il y a un noyau de personnes avec plus de responsabilités que d'autres et qui ont à veiller à ce que certaines choses soient faites (Krige, 1991). Outre les responsabilités qui incombent à certains membres, l'organisation se caractérise par une structure informelle et horizontale. La bureaucratie est réduite aux formes les plus simples, car elle est considérée comme un frein à la créativité et l'émergence de nouvelles idées qui empêche l'information de circuler librement.

« Shared aims, shared rules and a little bit of flexibility, so I don't see that much bureaucracy is needed. I think it's even wrong to have too much bureaucracy » P1

MN: And why you think «that is wrong»?

« Bureaucracy is a break in the system. If you have too much layer of control [...] then new ideas can not blossom » P1

Le projet constitue un espace quasi autonome par rapport à l'institution mère d'origine des participants. À l'intérieur de la structure projet le chef n'a pas de pouvoir hiérarchique ou de pouvoir coercitif sur les participants comme le démontre ces extraits d'entrevues.

« In the university you grow up with a professor... and you depend on the professor to get your thesis which gives him a kind of powerful position. Where here, if X (name of the projet manager) doesn't like what I am doing he can complain but it doesn't have strong consequences for me, which make it easier to talk to him. It's a kind of barrier between the student and the professor which isn't here. [...] here you don't know the title of the people. » P7

« For instance in my country, senior professor are something like untouchable so if you're senior (advisor) say something, you can't say

anything. While here, in some sense, if I am confident of my convictions, I feel free I can speak up. I can say to the project management that he is wrong, maybe he can fire me. Wait, maybe I do it because he can't fire me (laugh). [...] I'll say here, it is very focus on the project. In some sense, a student, a post-doc or a senior physicist is the same, I don't really care. Here, I am a (the position) and I don't care about the bureaucratic at home. I don't care of the status of people, I care about how they contribute [...] It's more about the attitudes you have about a problem than your status. » P 12

Ces deux derniers extraits nous informent sur l'absence de statut ou de titre hiérarchique de l'individu au sein de la structure projet. En fait, les participants peuvent être à un niveau hiérarchique plus élevé dans la structure projet que dans la structure hiérarchique de l'institution mère. En règle générale, cette situation ne semble pas créer de difficulté pour la majorité des répondants. À l'exception des étudiants délocalisés au CERN, car les demandes ou attentes du superviseur (de thèse) peuvent parfois être en contradictions avec les besoins du projet. Le gestionnaire de projet de l'équipe Pixel est attentif aux demandes du superviseur. Il se préoccupe de la carrière de jeune étudiant et si cela est possible, il trouvera une entente avec celui-ci.

« In general, it's a golden rule for the management not to ask someone what they are not supposed to do. Usually, the project manager agreed with the boss (professor) » P12

Une alternative est que le superviseur sollicitera l'aide d'un collègue au sien de l'équipe de projet pour superviser son étudiant pendant un certain laps de temps. Ainsi, le superviseur et son collègue sur l'équipe projet auront des buts communs tout en permettant la continuité et l'avancement du projet.

La négociation généralisée

Un tour d'horizon de la littérature sur les PHE nous enseigne que le processus décisionnel y est participatif et consensuel (Krige, 1991; Knorr-Cetina, 1999; Chompalov, 2002; Hyppölä, 2008). En règle générale, la gestion n'est pas hiérarchique, mais un partage du pouvoir de décision. La prise de décisions est souvent plus ou moins une approbation ritualiste, comme la décision est de facto apparue à l'avance pendant la discussion ou le processus de préparation (Knorr-Cetina, 1999).

« Mostly this collaboration wants to work by consensus, controversy is sorted out behind the scene. [...] They get voted on but more or less all of this is carefully prepared by the management first, so they know it won't be any problems and then it's a formal vote in public, but it's sort of a show because at the end everything was agreed on. » P2

Selon une étude, un tiers du temps d'un chercheur est dépensé pour la communication, un temps non négligeable (Hyppölä, 2008). En plus des grandes rencontres de collaboration, il y a une myriade d'autres réunions à tous les niveaux de l'organisation. Cependant, l'objectif principal des réunions qui sont tenues n'est pas de transmettre des instructions, mais de partager des informations, de communiquer et de se consulter et de décider collectivement (Krige, 1991).

« The culture is informal with a lot of communication. » P2

Les informations partagées ne sont pas seulement officielles et liées directement au travail, mais aussi officieuses, comme des nouvelles et des rumeurs ou des résultats qui ne sont pas encore publiés. Les derniers accomplissements scientifiques ne sont pas lus dans des livres et des articles, mais bien à l'avance, comme les rapports et d'autres documents qui circulent dans la communauté (Knorr-Cetina, 1999; Hyppölä, 2008).

Dans l'équipe du Pixel, le processus décisionnel est décrit comme étant démocratique et ayant pour effet l'implication de tous les membres. Les multiples réunions ne sont pas considérées comme futiles. Le projet est complexe et les retards des autres sous-projets peuvent affecter le travail du groupe, ainsi il est nécessaire d'avoir une perspective plus large et vision d'ensemble du projet par tous les membres de l'équipe.

« Decisions are made in an informal meeting and then approved or communicated in formal meetings. The decisions go down, down and then go up, up, up. [...] you make people feel to be part of the decision. » P12

Des directives peuvent être transmises hiérarchiquement, de haut en bas, pour permettre des procédures uniformes dans l'ensemble de la collaboration. Outre ce genre d'ingérence de la part du management d'ATLAS ou du CERN dans la structure projet, les problèmes ne sont normalement pas résolus hiérarchiquement puisque l'expérience et l'expertise ne sont pas nécessairement entre les mains du management. Les réunions, formelles ou informelles, sont essentielles pour la résolution de problème afin de trouver collectivement les meilleures solutions.

« I think formal decisions are taking in informal meeting. The formal meeting is the end point of an informal decision but not the start point of the discussion. »P3

Lorsqu'il y a une question litigieuse, on peut la laisser en suspend pour être résolue plus tard. Parfois, la solution critiquée devient acceptable avec le temps. « Lorsque des sujets sensibles sont abordés sans qu'un consensus ne se dégage, les participants déploient différentes tactiques pour rallier les personnes réticentes à une décision commune. En cas de désaccords importants, de longues discussions s'engagent; les partenaires essaient de se convaincre mutuellement, de trouver des compromis » (Chevrier, 2000). Les participants

insistent sur le caractère logique et souvent technique sur lequel les discussions doivent porter en cherchant à se soustraire de l'aspect émotionnel.

Exceptionnellement, si un accord ne peut être trouvé, la décision pourra être votée. Or, cette solution n'est pas favorisée en PHE et un effort considérable sera déployé par les membres de l'équipe pour éviter cette situation. « Les échanges prolongés correspondent au temps de mise au point et d'acceptation d'un compromis. Ce fonctionnement rappelle un principe des négociations diplomatiques. Atteindre le consensus est un processus qui exige du temps » (Chevrier, 2000). Chompalov (2002) résume le processus décisionnel comme une hiérarchie avec consensus plutôt qu'un consensus dans la hiérarchie.

L'autonomie et la créativité

L'autonomie et la créativité dans le rôle du chercheur sont des valeurs importantes mentionnées dans les écrits et par les physiciens. Dans le domaine de la physique des particules, le chercheur est éduqué pour être créatif et libre. La bureaucratie en PHE est réduite aux formes les plus simples, car elle est considérée comme un frein à la créativité et l'émergence de nouvelles idées.

L'environnement d'un projet avec les contraintes temporelles et les diverses activités qui le composent n'est certainement pas un environnement où la créativité du chercheur peut s'exprimer en toute liberté. Cependant, le projet, la construction de l'objet, est le point

de départ de l'avancement scientifique, il est un bien pour un mal, un instant, où pour aller plus loin, il faut faire une trêve dans l'expression de sa liberté.

Même si le projet est plus contraignant pour le physicien, la tâche est novatrice. Selon Krige (1991), la raison fondamentale pour laquelle les individus ne se sentent pas écrasés à l'intérieur de grandes collaborations est que la tâche est répartie et fragmentée. En réalité, les physiciens travaillent en petits groupes, parfois de seulement cinq ou six personnes. Au sein de ces groupes existe une marge considérable pour l'autonomie individuelle et la créativité. La plupart du temps, les physiciens peuvent choisir de travailler dans un secteur qui les intéresse. Bref, si les physiciens réalisent qu'ils ont l'espace pour la satisfaction individuelle à l'intérieur de la collaboration, c'est aussi parce qu'ils adoptent des stratégies délibérées pour protéger leur autonomie et celui de leur groupe.

« In our field, scientists take for granted, even at the post-doc level, that they have a lot of freedom to choose what they work on and what kind of work they do, and in a sense who they are. [It's not like a company where you have a pretty clear job description; you paid to do this job. If you don't do the job then you go away.] We get a lot more freedom, we expect it and we take it in some sense. And part of the reason we are so motivated and we work so hard is because we feel that we really take ownership of what we are doing » P2

Tous les participants ont confirmé que le management de l'équipe Pixel encourage les initiatives des membres de l'équipe. Un des participants a affirmé que l'équipe Pixel était un peu conservatrice et que le management pourrait aller plus loin pour laisser place à plus d'autonomie. Il faut préciser qu'au moment des entrevues, le management avait de fortes contraintes de temps dans la phase opérationnelle du projet ayant des conséquences inévitables sur la liberté et la créativité des membres de l'équipe.

« The management likes initiatives. It's an open field. As long as he knows (the leader or project manager), ideas are always welcome and you have the freedom to try things » P8

De plus, les participants déclarent qu'ils peuvent prendre des décisions sans passer par tous les niveaux hiérarchiques. Il existe deux aspects à cette affirmation comme l'ont mentionné les participants. D'une part, les décisions politiques reviennent au gestionnaire de projet et aux institutions. Et d'autre part, les décisions techniques où les membres de l'équipe peuvent prendre des décisions s'ils en ont le mandat.

«Not really approval (in the hierarchy), mostly is asking people: gathering experience and opinions than approval» P7

Pour les chercheurs en PHE, le fait de choisir un sujet d'intérêt de travail est déterminant, car il est source de motivation pour l'individu. D'ailleurs, les sujets d'intérêts ne suscitent pas tous un enthousiasme équivalent, plus ils sont novateurs et sophistiqués plus les physiciens sont déterminés à s'atteler à leur expérimentation (Chevrier, 2000). Ceci est un facteur contraignant pour le management. Lors d'un projet, il est parfois difficile de convaincre un groupe ou un individu de travailler sur certains aspects du projet qui peut sembler ennuyeux, mais qui est crucial pour l'avancement du projet. Le management ne peut imposer sa décision par la contrainte sur le groupe ou l'individu, il devra négocier avec les membres pour s'assurer de leur coopération.

4.2.4 L'influence de la culture

Les physiciens travaillent de très longue période sur une même expérience. Le détecteur ATLAS a pris près de quinze années pour sa construction et il sera en fonction pour une période d'au moins dix ans, peut être plus. Presque toute une carrière a œuvré et côtoyé les mêmes collègues.

« You do a lot: all the planning, R&D, and it happens in all institutes all over the world and at some point you come to the laboratory (CERN), build up the experiment, up to that moment you're already developed all of yours habits (how people work together). » P6

L'atmosphère collégiale entre collègues de travail évolue souvent vers l'amitié. Les répondants affirment qu'avoir des collègues de tout horizon contribue à la compréhension mutuelle des uns et des autres. Les chercheurs apprennent à connaître les habitudes de travail et de vie des autres nationalités. Cela est pris en compte et l'approche personnelle est adaptée selon les individus. Comme quelques participants l'ont souligné, la personnalité et les compétences scientifiques d'un individu comptent beaucoup plus que la nationalité (Morrison 1978, cité par Hyppölä, 2008). Les participants ne nient pas les différences culturelles, mais ils estiment qu'elles sont une source d'enrichissement dans leurs relations professionnelles et interpersonnelles.

« I think somehow we complete each other by being different nationalities or character point of view. Some people like to work a certain way and then you can find tasks for them. If possible, I think people can complement each other better than if everyone is coming from the same place. » P8

Un des participants italiens avait eu l'occasion de participer sur une expérience incluant une équipe japonaise. Selon lui, la culture nord-américaine, allemande ou italienne n'est pas si éloignée dans la manière de travailler en comparaison avec la culture japonaise. Au début, il a été surpris par la dynamique du groupe pendant les réunions. Le responsable était le porte-parole pour les membres du groupe et était le seul à prendre la parole. Toutefois, lors de rencontre en petit groupe de travail, les jeunes chercheurs japonais

émettaient plus librement leurs opinions. Il considère qu'il n'y avait pas de réels problèmes de communication pendant ces périodes de travail. Après quelques semaines, les collègues avaient étudié et appris les façons de faire de l'autre groupe culturel et il a trouvé l'expérience enrichissante.

« You learn younger in this environment. You lose a bit of yours (softness) and learn how to deal with other cultures. » P6

Les horaires de travail ou les pauses déjeuners sont souvent citées dans les entretiens. À la cafétéria, les vagues successives de groupes nationaux ont été mentionnées; à midi, les gens du nord (Canadiens, Finlandais ou Norvégiens), à une heure ceux du centre (Français ou Autrichiens) et, avant la fermeture de deux heures, les gens du sud (Italiens ou Espagnols). Aussi, les Italiens ne mangent pas en travaillant, une pratique courante chez les Nord-Américains. Un Américain qui a offert de travailler tout en dégustant un repas à un Italien, a été surpris, mais n'a pas été froissé de sa réponse.

« Food is probably more related to nationality (laugh) [...] then you have to understand, the people are working in this field basically from the beginning of their professional life. If you're from France or Germany, they are not closed up in their institutes. They travel a lot and see a lot. So, there is a kind of homogenisation of the behaviours. I don't see clear signatures coming from the origin of people. [...] It's not being physicists

or engineer, it's being working in this field, it's a general thing that happens in this community » P10

À la question, accepteriez-vous un comportement plus facilement pour une personne d'une autre culture que la votre ? Les réponses sont partagées. Plusieurs d'entre eux ont avoué n'avoir jamais prêté attention à ce genre de question. La moitié des répondants présument qu'ils accepteraient un comportement différent, car ils ne connaissent pas les normes et attitudes d'une nouvelle culture. Apprendre à connaître l'autre dans ses différences et ses ressemblances est un processus lent qui demande du temps.

« For most cultures you know, you have conscious and unconscious expectations. Usually, you forgive people on these expectations. If someone violated those patterns then you're more likely to react to this violation [...] for example, if a person comes unprepared to a meeting, this is unforgettable from any nationality. » P5

L'autre moitié des répondants ont déclaré qu'ils n'accepteraient pas aisément un comportement inopportun d'un collègue. L'extrait qui suit nous éclaire sur cette réponse.

« Hard to say, here, because the dominant culture is the professional culture, if someone behave within the respect of physics rules then it's not so important where he is come from. » P12

Plusieurs participants ont affirmé que les cultures nord-américaines et européennes n'étaient pas si éloignées l'une de l'autre. En fait, plusieurs d'entre eux avaient exercé leur profession au SLAC ou au Fermilab, deux laboratoires situés aux États-Unis. Sans renier qui ils sont, certaines cultures apprécient la précision et d'autres sont plus volubiles, les participants parlent d'une uniformisation des comportements dans les façons d'exercer leur métier. Sans exception, ils ont confirmé que la culture professionnelle était définitivement un élément important à la coopération.

« Oh yes! because we have a common language, a common goal. » P1

Tous les participants ont mentionné que la culture du pays où se situe l'expérience avait peu ou pas d'influence. Les participants ont souligné que la culture du pays pouvait être ressentie à l'extérieur du CERN ou lorsqu'ils sont en contact avec le personnel du laboratoire non physiciens tels les techniciens ou le soutien administratif. En fait, ils considèrent que l'influence majeure émane de la culture de l'expérience ou de celle du laboratoire.

« Being at CERN, it's like being on the moon [...] at CERN, it's like to be in no country at all. [...] For me, it's a very nice feature of working here. It's such a rendez-vous of culture but you are not discriminated because

you're coming from here or there. You're just a scientist joining to make the detector working. » P12

Il est ardu, pour les participants, de déterminer si la culture du CERN a un caractère plus européen que le SLAC ou le Fermilab mais il est sans contredit plus international. Le CERN est décrit par certains comme un « *no man's land* » où étudiants, post-doctorants ou physiciens permanents ont les mêmes droits de s'exprimer et d'être entendus, et où le métissage des cultures forme un amalgame.

« This is CERN, it's a kind of no man's land where the physicists have ground up their way of life which is a very international way of life [...]It's an European blend but it's only mildly different of the culture you can find at SLAC or Fermilab (laboratories in US). It's the culture of an international laboratories and not the culture of Switzerland (or any country). » P1

« It's one of the beautiful things about CERN that you have all those people forgetting their national and culture differences to work together. Obviously for me that is the best thing about CERN » P9

4.2.5 Le gestionnaire de projet

La littérature du management interculturelle mentionne qu'un bon chef doit être prêt à entendre des points de vue contraires à ses idées, son leadership doit être de type collégial, qu'il doit inspirer plutôt qu'imposer et qu'il doit être flexible et souple. Selon Krige (1991), le scientifique en PHE croit que l'autorité et le pouvoir devraient provenir de l'expérience et l'expertise, que la conformité devrait être le résultat de consultation et de la persuasion, et non de la contrainte, et que les décisions devraient être prises collectivement, et non imposées d'en haut. Nous verrons dans les prochains paragraphes comment, dans la réalité, les pratiques de management sont appliquées dans cet environnement particulier des PHE.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, la structure projet constitue un espace quasi autonome par rapport à l'institution mère d'origine des participants. C'est un espace de transgression pour les participants.

« You really have no authority over anybody so it's a very different kind of management than in a company [...] Here, they don't work for the same institutions, those not really matter to them (members of the team) what you think of them, so it's more harder (to have control). » P2

Les leaders ne sont donc pas des gestionnaires de formation, mais des physiciens de carrière. Le chef de projet est un membre de l'équipe élu qui assume un rôle de gestion

pour un temps limité. Le chef de projet à la responsabilité d'une vue d'ensemble de tous les aspects du projet. Il décide de la structure organisationnelle du projet pour le court de son mandat. Par ses compétences techniques et relationnelles, il doit convaincre par consensus, en inspirant plutôt qu'en imposant. Dans les faits, il offre ses services à la collaboration pour mener à bien le projet. Le chef de projet est pleinement responsable de l'avancement du projet en plus de ses tâches de travail respectif.

« Here (CERN), we pop-up to some level, we direct (manage) something then you can pop-down to make every day physics activities. And this is not considered to be a punishment. It's a normal cycle. We are not going up to go up, and up, and up. We go up for awhile and then you do down to do something else (as a leader) you are providing a service to the collaboration. » P1

Dans ses travaux, Knorr-Cetina (1999) décrit comment les leader d'ATLAS prêchent par l'exemple : « Les leaders passaient souvent plus d'heures avec l'expérience que d'autres participants. Ils contrôlent de près les parties cruciales du processus et, pas tout à fait sans rapport aux collaborations internationales, ils parlent souvent plusieurs langues. Cette marque de leadership par la participation donne le bon exemple, mais il maintient aussi la centralité dans le discours ».

Le chef de projet joue le rôle important de médiateur entre les membres de l'équipe Pixel. Et il représente le projet Pixel au sein de la collaboration ATLAS, des organismes de financement et le conseil des institutions du projet. Les institutions contrôlent leurs ressources et leur contribution au projet. En réalité, elles déterminent, d'une certaine façon, le déroulement du projet. Les ressources monétaires du projet proviennent principalement des agences de financement des divers pays participants au détecteur Pixel. En règle générale, le chef de projet n'est pas en communication directe avec les agences de financement, mais avec un représentant d'institution du pays qui parle au nom de cette agence.

« It's more like a federation, like Switzerland for example. Each institute is like a canton and they come and have their own government and their own interests, goals, and all these things. And you have to somehow find the commons thing that unite these people and get them to work together. » P2

« Par le biais de son action diplomatique, le chef de projet doit mener au consensus par le jeu de concessions réciproques; il suscite les accommodements sans pouvoir se prévaloir du dernier mot. » (Chevrier, 2000). Il lui appartient de maintenir une équité entre les groupes culturels. Pour éviter d'être pris entre l'arbre et l'écorce, le gestionnaire de projet peut former une équipe d'experts pour évaluer les solutions techniques et prendre une décision. Toutefois, « l'égalité théorique des partenaires ne signifie pas qu'il n'existe

pas de relations de pouvoir implicites » (Chevrier, 2000) et, dans certains cas, le chef de projet cédera et fera des concessions afin de partager le mérite du projet.

« When it begins to be national pride [...] and when it starts to sound like a soccer match, you are in troubles. Then, you have to keep it technical. You formed a task force to investigate the technical decision. » P2

Dans le projet, l'équipe délocalisée au CERN est en mouvement presque constant. Certains des physiciens permanents sont employés par le CERN, mais la majorité des physiciens au CERN sont expatriés pour des périodes de durée variable. Le leader doit faire preuve de souplesse et de flexibilité pour accueillir les nouveaux venus et remplacer ceux qui doivent partir. Ceci est un défi constant pour le leader et l'organisation afin de garder la continuité et une bonne répartition des compétences entre les membres pour l'avancement du projet sur place.

« Keeping continuity on the project is very challenging. The project is 15 years. The student life is one to two years in the project. » P2

[...] Also, this requires negotiation from the management because people have family life... I think a project manager is not spending a negligible amount of time for this problem, to find the right person and the right team. P1

Les étudiants travaillent donc sur le projet un ou deux ans. Ils auront parfois la chance de revenir comme post-doctorant, mais la plupart du temps, ils changeront d'équipe ou même de projet. À cela s'ajoute les expatriés permanents qui restent généralement pour de courtes périodes, car ils sont très coûteux pour leurs institutions respectives. Certains, pour des raisons familiales, préfèrent retourner prématurément dans le pays d'origine. Un fragile équilibre avec lequel le gestionnaire de projet doit composer et maintenir la cohésion du groupe.

« On the organisation point-of-view [...] you grow up somebody to a very high knowledge of know-how and then he's gone and the projects lose this competency. For the point of view of the management this is a continuous challenge. You get people in, they get excited, work for a while and then disappear. In the meantime, you have to hunt for someone else wishing to be here for a while. On the organisation point of view, this is complex. Finding the right people, finding the right mixer of people, keeping them on board for enough time [...] this puts stress on the people being here and on the management. » P1

Pour les participants les qualités premières d'un chef de projet scientifique sont la connaissance technique et une vision d'ensemble du projet, un bon communicateur avec un sens de la négociation et les bonnes aptitudes managériales.

« Earlier in the project, technical skills are very important, you have to know what your doing. As the project advanced (post-construction) more management skills are welcomed » P3

La connaissance technique est essentielle pour le projet. Certaines composantes du détecteur sont construites pour la première fois ce qui crée une incertitude technique. Disposant d'une expérience limitée pour les guider dans le projet, certains participants affirment que la connaissance technique est une des qualités indispensable du gestionnaire de projet.

Quant à la question sur la nécessité d'une formation en management? Plusieurs répondants semblent réfractaires à cette idée. Les scientifiques ne veulent pas d'une étiquette de manager, ils sont des chercheurs avant tout. Cependant, après réflexions, certains d'en eux conçoivent avec l'expansion des collaborations scientifiques en physiques des particules, il se pourrait que la situation demande certains ajustements tels que des formations pour aider le management dans leur tâche.

« I changed my mind about this, since I took a class about it (management communication skills). Yes, I think it's important. Management classes don't help you to be a better manager but help you to get out of difficult situations » P11

4.3 LE PILOTAGE D'UN PROJET ET LA MOTIVATION

Avant de passer à la discussion des résultats de notre recherche, nous présentons un bref résumé des auteurs en PHE sur deux thèmes qui n'ont pas été abordés puisqu'ils ne constituent pas l'emphase de cette recherche. Cependant, nous pensons qu'ils sont pertinents pour la compréhension du lecteur dans un aspect d'ensemble de la problématique et de la discussion des résultats du prochain chapitre.

4.3.1 Le pilotage d'un projet scientifique

Les scientifiques croient qu'une expérience doit être conduite par et pour la science plutôt que par des stratégies organisationnelles ou des arguments économiques. Et ils estiment que les concepts de gestion peuvent s'appliquer à des secteurs limités (Santalainen et al, 2007). Tandis que le but d'une expérience tel qu'ATLAS est clair, la complexité et les incertitudes techniques associées au projet écartent une approche linéaire. ATLAS est vu comme un colossal projet adhocratique (Mintzberg, 1988) dont les équipes d'experts résolvent des problèmes complexes pour eux-mêmes (Santalainen et coll. 2007; Hyppölä, 2008). Hyppölä (2008) prétend qu'ATLAS possède une *stratégie tacite*. Il n'existe pas de stratégie codifiée, mais elle s'inscrit d'une manière absolue, et elle est si évidente pour chacun qu'elle n'a pas besoin d'être proclamée. Cela est possible grâce à la motivation des scientifiques prenant part au projet.

Du point de vue d'un modèle économique, le processus entier apparaît imprécis et un « plan d'affaires » peut sembler faire défaut. Le manque de plans techniques détaillés, une approche de développement parallèle, les changements répétés aux sous-systèmes ou les éléments qui ont déjà été établis peuvent apparaître inefficaces et demandent à être structurés (Santalainen et coll., 2007). Or, si on regarde de plus près, la situation suggère que la volonté de garder les options ouvertes, sans se limiter à une option ou une approche particulière, jusqu'au dernier moment, s'avère crucial pour la résolution de problème et l'avancement d'un projet scientifique très complexe dans un environnement incluant de grands défis techniques (*ibid.*).

Il est difficile de décider ex ante des ressources nécessaires et d'une stratégie pour un projet tel qu'ATLAS. Afin d'augmenter les chances de succès dans la résolution de problèmes techniques, les équipes travaillent en parallèle pour mettre au point les meilleures solutions (Santalainen et coll. 2007). Comme les solutions élaborées et choisies pour des sous-systèmes particuliers ou des composantes qui avaient été décidées plus tôt peuvent nécessiter des changements, le processus entier a tendance à être itératif et non linéaire⁴⁶ (*ibid.*)

⁴⁶ Ce processus non linéaire est confirmé par la recherche en gestion de projet du Professeur Donald Marchand de l'institut IMD de Lausanne. Le chercheur était présent à la présentation du Professeur Marchand au CERN en avril 2009. Malheureusement, la publication des résultats n'était pas encore disponible lors de l'écriture de ce mémoire.

Le pilotage du projet est un va-et-vient, comme le montre la figure 4.1 du processus d'un développement flexible, pour permettre de corriger les erreurs et les changements dans le design du détecteur. Ces changements demandent une considérable flexibilité de la part des équipes des sous-systèmes qui doivent ajuster leur projet à ceux-ci. Ces changements sont résolus à travers des considérations technologiques et scientifiques et le désir d'avancer (*ibid.*).

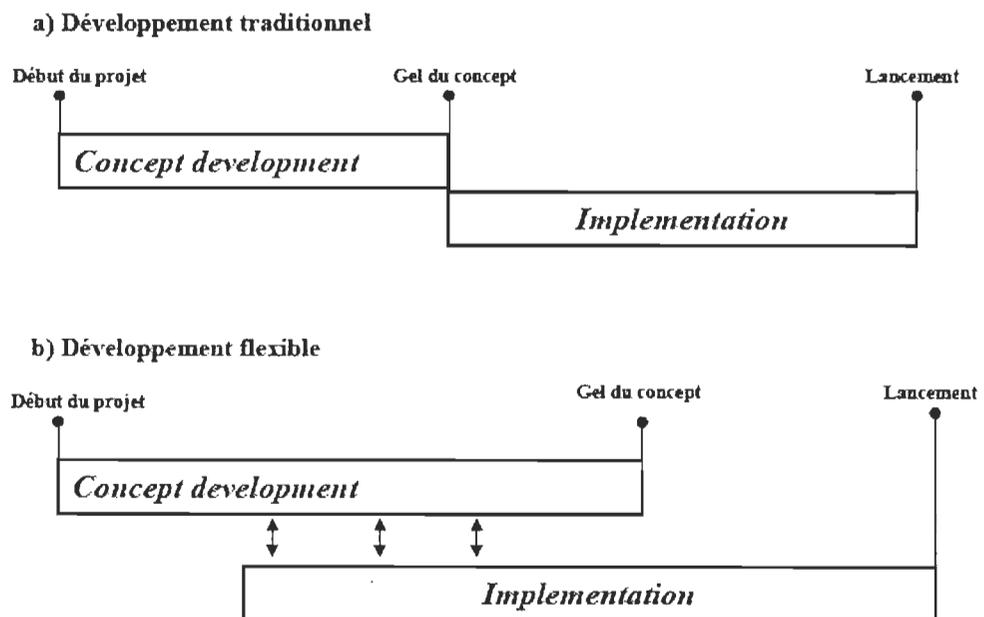


Figure 4.1 Deux modèles de développement de produit (Lansiti, 1998) tiré de Garel (2003)

Nous pouvons supposer que dans un cas classique du pilotage d'un projet où le risque est géré en amont, la solution technique du détecteur de l'équipe Pixel aurait été rejetée pour favoriser une alternative connue et établie au moment du plan technique. Cependant,

la collaboration d'ATLAS réalise qu'elle est à la frontière d'une nouvelle ère de la physique moderne et que le degré du risque était mesuré, car une technologie inférieure était susceptible d'influencer négativement l'atteinte des différents objectifs du projet. En fait, la collaboration ATLAS contrôle la gestion du risque dans sa planification par un continuum d'activités de vérification auprès de l'équipe Pixel et de l'avancement de ses recherches.

Cette structure complexe et fluide est réalisable par l'ambition des scientifiques et de l'expérience ATLAS pour découvrir le boson de Higgs. L'objectif est clair pour tous; construire le détecteur, trouver le boson de Higgs, et si ils sont chanceux, gagner un Prix Nobel pour leur découverte.

4.3.2 La motivation des scientifiques

Qu'est-ce qui motivent les chercheurs? Cette question a été posée par les physiciens eux-mêmes lors de présentations au CERN⁴⁷. Cette réponse est à la fois simple et complexe. La plus simple est la science et la curiosité. La connaissance scientifique est un facteur dominant et la source première de motivation chez l'individu (Hyppölä, 2008). Le processus décisionnel démocratique et consensuel implique une participation active de l'individu. Nous pouvons aussi affirmer que la tâche innovatrice et créative du scientifique

⁴⁷ Cette question a été posée deux fois par deux chercheurs qui venaient présenter leurs résultats aux physiciens au CERN. Ces deux études avaient été faites auprès du management d'ATLAS, l'une était un mémoire de maîtrise en gestion (Hyppölä, 2008) et l'autre une étude sur la gestion de projet (Marchand, 2009).

est source de motivation (Kriger, 1991). Selon la « théorie Y » de Douglas Mc Gregor, accorder une bonne marge de liberté, d'autonomie et de responsabilités, la motivation devient alors, fondamentalement, la satisfaction de besoins d'ordre supérieur; l'accomplissement et la réalisation de soi (Adler, 1994). Et la réputation du chercheur, élément important dans la communauté PHE, exerce une pression sur l'individu afin qu'il gère son comportement de façon adéquate (Knorr-Cetina, 1994).

Mais, si on y regarde de plus près, d'autres facteurs peuvent influencer les motivations profondes, conscientes ou inconscientes, des physiciens. Les physiciens sont les utilisateurs du produit fini, ils sont, en quelque sorte, leurs propres clients. Les critères de qualité et de succès pour chacune des composantes du détecteur sont supérieurs aux demandes que l'on peut trouver généralement dans l'industrie. Toutes les composantes doivent être intégrées et fonctionner en parfaite harmonie pour permettre l'analyse des données. « La machine » est source de connaissance scientifique, c'est grâce à l'objet que la science pourra faire un bon vers l'avant. Dans le cas d'un scénario extrême où l'objet n'est pas fonctionnel, nous pouvons nous poser les questions suivantes, qu'arrivera-t-il du domaine de la physique des particules? Les jeunes chercheurs trouveront-ils de l'emploi? Est-ce que les sources de financement pour ce type d'expérience dont le coût se chiffre en milliard de dollars seront tarées? Ces questions sont d'une manière imagée, mais bien réelle, une épée de Damoclès.

CHAPITRE 5 DISCUSSIONS DES RÉSULTATS

Ce chapitre vise à clore cette recherche en discutant les résultats de cette étude. Nous avons choisi de présenter les conclusions de cette recherche sous trois angles différents. Dans une vue plus générale, nous proposons d'abord un regard sur l'équipe de travail interculturelle et des composantes de l'individu, de la culture professionnelle et organisationnelle. Ensuite, nous répondrons à la question de recherche et discuterons des caractéristiques de l'équipe Pixel. Et enfin, nous résumerons les résultats en liens avec les recherches précédentes et les contributions spécifiques de cette étude à la littérature.

5.1. Le groupe multiculturel et le management interculturel

« Le multiculturalisme exerce, sur le groupe, des influences positives en même temps que des influences négatives » (Adler, 1994). Les groupes hétérogènes ont un potentiel de productivité et de créativité plus élevé. Cependant, dans les faits, ce potentiel est souvent réduit par des dysfonctionnements qui engendrent des conflits paralysant la collaboration et la cohésion du groupe. « Dans les groupes hétérogènes, la diversité des profils crée un vaste réservoir d'information, de points de vue et de talents qui peut faciliter la résolution de problèmes et accroître la créativité; il s'agit d'un avantage précieux, particulièrement si l'équipe se consacre à des tâches complexes et exigeantes. En revanche, les recherches montrent aussi que la diversité des membres d'une équipe peut créer certaines difficultés sur le plan du rendement au moment de la création de l'équipe et dans les premières étapes de son évolution » (Schermerhorn et coll., 2006). Le tableau 5.2 présente les facteurs

influençant l'efficacité d'une équipe multiculturelle selon la façon dont elle gère sa diversité.

Tableau 5.1 Gestion de la diversité culturelle (tiré de Adler, 2004)

Gestion efficace	Gestion inefficace
Nature de la tâche Novatrice	Nature de la tâche Routinière
Stade d'évolution du groupe Premiers stades : divergence	Stade d'évolution du groupe Derniers stades : convergence
Conditions Choix des équipiers en fonction de la tâche Reconnaissance des différences Poursuite d'un objectif supérieur Partage équitable du pouvoir Respect mutuel des membres Rétroaction venue de l'extérieur	Conditions Choix des équipiers en fonction de l'origine ethnique Méconnaissance des différences Poursuite d'objectifs individualistes Prédominance d'une des cultures Ethnocentrisme Autonomie complète, absence de rétroaction

Les principaux facteurs empêchant le fonctionnement efficace de l'équipe interculturelle sont mentionnés par différents auteurs dans les recherches en gestion sur la diversité culturelle. Les auteurs en management interculturel abordent généralement les difficultés de la gestion des groupes multiculturels au travers de trois thématiques; 1) l'individu lui-même, 2) la culture professionnelle et 3) la culture d'entreprise. Toutefois, une autre « voie est envisageable pour surmonter les incompréhensions inhérentes aux situations interculturelles de travail » (Chevrier, 2003), 4) la création d'une synergie culturelle.

1. L'individu

Dans la littérature, l'individu qui prend part à une collaboration interculturelle est appelé à faire preuve de qualités d'adaptation, de tolérance à l'ambiguïté, de sensibilité et

d'empathie, d'une vision non ethnocentrique et du respect pour autrui. Plusieurs auteurs mentionnent la sélection des membres sur des critères d'aptitude interculturelle, des recherches permettraient de mesurer cette aptitude à l'adaptation (Mendenhall et coll., 1985, 1987, cité par Chevrier 2003) et une préparation à l'expérience interculturelle par une formation.

Les membres de l'équipe Pixel sont tous des scientifiques. Ils sont choisis pour leurs compétences en fonction de la tâche à accomplir. Ils ne participent pas à des formations les préparant à l'expérience interculturelle. « Cette compétence s'acquiert par l'apprentissage permanent dans lequel se situe toute rencontre interculturelle » (Meier, 2004). Nous prétendons que l'apprentissage de la diversité est favorisé par un « mentorat » implicite dans les collaborations en PHE. Les jeunes chercheurs sont encadrés et accompagnés afin qu'ils développent ce « savoir-être » et « savoir-faire » fondé sur des expériences vécues et analysées dans des contextes interculturels.

« La fameuse courbe en U qui décrit le processus d'acculturation que traversent les expatriés » (Chevrier, 2003) n'apparaît pas dans les entretiens des membres de l'équipe Pixel pour le milieu de travail. Les membres de l'équipe, mêmes expatriés, sont dans un milieu connu, une collaboration en PHE. En revanche, plusieurs participants ont mentionné que cette dynamique de l'expérience interculturelle est vécue par les membres de la famille. Cette situation emporte parfois des départs prématurés dans le pays d'origine.

Les recherches en gestion interculturelle montrent que les bonnes intentions des acteurs et les efforts déployés par ceux-ci n'empêchent pas les rivalités et les conflits. En fait, la rencontre avec d'autres cultures ne mène pas toujours à une meilleure compréhension, et même dans certains cas, elles provoquent le renforcement de clichés négatifs; les stéréotypes et les préjugés. « Les préjugés se distinguent du stéréotype. Alors que le stéréotype est une croyance qui dispose d'un contenu (affectation de caractéristiques descriptives), le préjugé est avant tout une évaluation dont la valence est à dominante négative » (Azzi, Klein, 1998, cité par Meier, 2004).

Les stéréotypes sont présents, ils ont été formulés lors des entretiens par les participants sous forme de blagues ou pour décrire un regroupement d'individus (ces stéréotypes étaient particulièrement mentionnés à propos de tout ce qui tourne autour des habitudes alimentaires, voir section 4.2.4). Cependant, nous croyons que ces propos n'avaient pas de valeur négative et que ces rapports ne transcendent pas les spécificités individuelles. Comme les participants l'ont souligné, la personnalité et les compétences scientifiques d'un individu comptent beaucoup plus que la nationalité (Morrison 1978, cité par Hyppölä, 2008). Les membres de l'équipe Pixel démontrent un respect pour la culture de l'autre. Ils font aussi preuves d'une ouverture d'esprit et de tolérance. Leurs rapports sont basés sur des relations égalitaires avec les membres d'autres cultures, de compromis et de confiance.

« L'apprentissage interculturel doit en effet permettre aux individus de dépasser leur propre système culturel, de l'accorder avec d'autres, de telle sorte que les conflits et

désaccords ne soient plus perçus comme une menace, mais comme la production de solutions nouvelles » (Meier, 2004). Les membres de l'équipe Pixel voient comme un atout la diversité culturelle. Les participants ont conscience de ces différences culturelles, ils ne les ignorent pas, au contraire, ils estiment qu'elles sont une source d'enrichissement dans leurs relations professionnelles et interpersonnelles (voir section 4.2.3). Les participants affirment que la diversité permet une plus grande créativité dans la résolution de problème. Nous soutenons les conclusions de Krige (1991) qui note que la satisfaction des chercheurs en PHE se réduit à jouer avec de nouvelles idées; en appréciant la qualité de la vie dans la collaboration, et en ayant des relations personnelles et significatives avec leurs collègues et partageant l'atmosphère combinée de l'aspect individuel et collectif.

Dans l'équipe Pixel, la structure académique du groupe italien est plutôt homogène — les membres de groupe sont issus de la même culture — en comparaison avec l'équipe américaine. Toutefois, nous ne pouvons noter de différences entre les réponses des participants de l'équipe italienne et les autres groupes. L'échantillon de cette étude ne permet pas une analyse comparative selon l'homogénéité ou le multiculturalisme d'un groupe sur les facteurs d'influence de l'adaptabilité de la diversité culturelle.

2. La culture professionnelle

« La culture du métier ou de l'activité professionnelle peut permettre de fédérer autour d'un même projet des acteurs de nationalités différentes. Elle présente l'avantage de dépasser les barrières culturelles nationales, en créant des références professionnelles communes » (Meier, 2004). Cette recherche confirme que la culture professionnelle est un

facteur de cohésion pour l'équipe Pixel. Peu importe d'où ils viennent, ils partagent tous une langue commune, des connaissances communes et des expériences de travail comparables. Elle est source de socialisation et d'identité à une communauté. Certains participants parlent même d'une uniformisation des comportements dans les façons d'exercer leur métier. Cette culture se caractérise par la formation, des codes de comportements, un jargon particulier et d'un univers symbolique (valeurs, références, modèles) à part.

Plusieurs participants ont affirmé que les cultures nord-américaines et européennes n'étaient pas si éloignées l'une de l'autre. En fait, plusieurs d'entre eux avaient exercé leur profession au SLAC ou au Fermilab, deux laboratoires situés aux États-Unis. Au cours de notre étude, nous n'avons pu comparer des cultures offrant une plus grande diversité entre pays (Japon, Chine ou Israël), tout ce que nous pouvons affirmer est que les membres de l'équipe Pixel, sans exception, ont confirmé que la culture professionnelle était définitivement un élément crucial à la coopération et aux relations interpersonnelles, et qu'elle était la culture dominante (voir section 4.2.3).

3. La culture organisationnelle

La culture organisationnelle est considérée comme un des facteurs contextuels ayant un potentiel d'influence pour fédérer les équipes de travail (Gauthey et Xardel, 1990; Dupriez et Simons, 2000; Chevrier, 2003; Meier, 2004), et puisqu'elle est un système de contrôle social qui règle le comportement de l'individu (O'Reilly et Chatman, 1996; cité par Chuang et coll. 2004). Jusqu'ici, les recherches antérieures ont fourni peu d'examens

systématiques de la relation entre la culture organisationnelle, les valeurs organisationnelles et la dynamique de la diversité d'un groupe (Chuang et coll. 2004).

L'entreprise est aujourd'hui reconnue comme un espace culturel où émergent des mentalités collectives et des identités spécifiques (Sainsaulieu, 1977). « La gestion de la diversité culturelle peut être facilitée par la recherche de valeurs communes liées à des normes morales ou éthiques. En effet, l'organisation peut s'appuyer sur des règles et des principes à caractère universel, qui transcendent les différences culturelles et permettent d'agir dans un champ d'action admis (et accepté) par tous » (Meier, 2004).

Chevrier (2003) présente deux versions du management par la culture organisationnelle en utilisant les termes de Mintzberg (1986). La première version est apparentée à une coordination par les processus de travail qui permettent de réguler les actions collectives et de ritualiser les interactions. La seconde version met l'accent sur les valeurs partagées, soit la coordination par l'idéologie. « En d'autres termes, l'intégration repose moins sur des comportements prescrits que sur des valeurs intériorisées par les membres et qui orientent leurs comportements dans la même direction » (Chevrier, 2003). Nous supposons que ces deux versions existent dans l'équipe du Pixel, il existe un « savoir-faire » et un « savoir-être » qui orientent les comportements des membres de l'équipe. Les deux paragraphes suivants donnent deux exemples de valeurs et de comportements observés dans cette étude et mentionnés par des études sur la communauté en PHE.

Nous avons remarqué aussi que l'information est facilement partagée par l'ensemble des collaborateurs (voir section 4.2.2 et section 4.2.3). Entre collègues, on n'hésite pas à discuter, à aider et à collaborer, qu'ils soient d'un autres groupes ou d'une autres expériences. Les partenaires entretiennent des relations de coopération dont l'enjeu n'est pas la propriété industrielle d'innovations, le contrôle de marchés ou la propriété intellectuelle liée à des publications scientifiques. Dans la littérature en gestion de projet, l'archivage et le partage des informations sont souvent un point faible des projets en entreprise. Pour les physiciens dans le projet ATLAS, elle est pratique courante.

Les réunions, formelles ou informelles, sont essentielles pour la résolution de problème afin de trouver les meilleures solutions collectivement (voir section 4.2.3 et section 4.3.1). On peut prétendre que les décisions elles-mêmes ne sont pas aussi importantes que le processus qui les précèdent; examen, discussions, justification et convaincre les collègues. Les collaborations en PHE ont une longue et forte tradition de justification (Türtscher, 2008). Les idées sont discutées, révisées par les pairs, un peu comme un tribunal où il faut démontrer la valeur des propos et convaincre l'autre parti. Nous lui donnerons le nom de *culture de l'argumentaire*. Ce processus où ce type de communication a été confirmé par les participants de l'équipe Pixel.

Lorsque cette démarche de recherche a été entreprise, nous avons l'intuition que la culture professionnelle était un facteur de cohésion entre les membres de l'équipe Pixel. D'après nos résultats, l'équipe Pixel se prête à un management misant sur la culture métier. Il nous apparaît aussi que la culture organisationnelle de l'équipe Pixel s'appuie sur des

normes et valeurs partagées par ces membres et favorise l'identité et l'unité de cette équipe interculturelle. Pour donner suite à l'interprétation de ces résultats, nous proposons de modifier la carte d'influence culturelle de Dupriez & Simons (2000) (voir figure 1.4). Nous prétendons que les facteurs ayant le plus d'influence sur l'individu dans ces relations de travail sont en ordre d'importance la culture professionnelle, la culture de l'expérience et la culture nationale (voir figure 5.1).

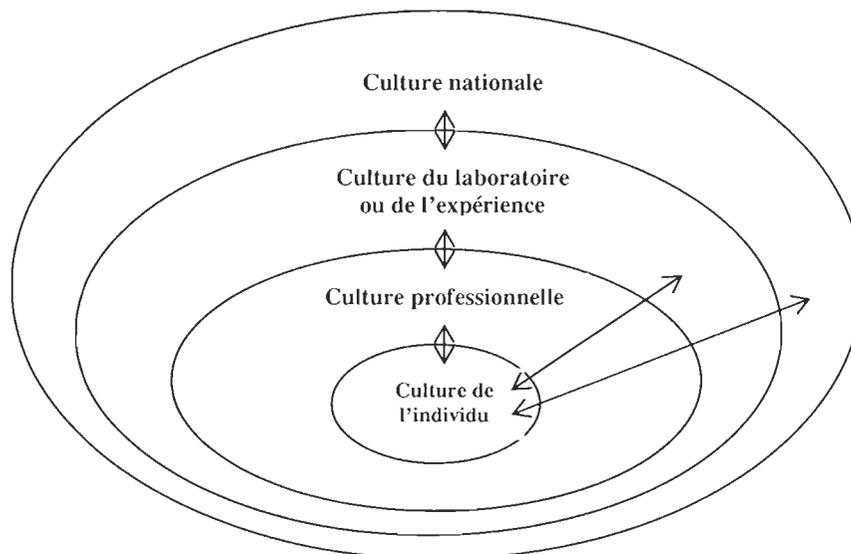


Figure 5.1 : Influence de la culture sur l'individu dans un projet scientifique en physique des particules adaptée de Dupriez et Simons (2000)

Nous expliquons le degré d'influence de notre modèle sur la collaboration de travail des membres de l'équipe Pixel pour les raisons suivantes. En reléguant la culture nationale au dernier niveau d'influence, nous ne prétendons pas qu'elle n'a pas d'emprise sur l'individu, toutefois, comme nous l'avons mentionné, pour les participants, la personnalité et les compétences scientifiques d'un individu comptent beaucoup plus que la nationalité.

En l'absence de références nationales et politiques communes, les membres de l'équipe partagent ces mêmes cultures sur lesquelles ils s'appuient pour favoriser leur collaboration de travail. La culture organisationnelle, pour ça part, organise la convergence des normes et des comportements au sein même du groupe. La culture professionnelle a été clairement identifiée par les répondants comme un facteur de cohésion de l'équipe étant à l'origine de certaines façons de penser et d'agir des membres, pour cette raison, elle est le facteur ayant le plus d'influence sur l'individu. Nous pouvons affirmer que les valeurs, les normes et les croyances exprimées par les participants sont des facteurs d'unité et d'identité sociale partagées par les membres de l'équipe Pixel.

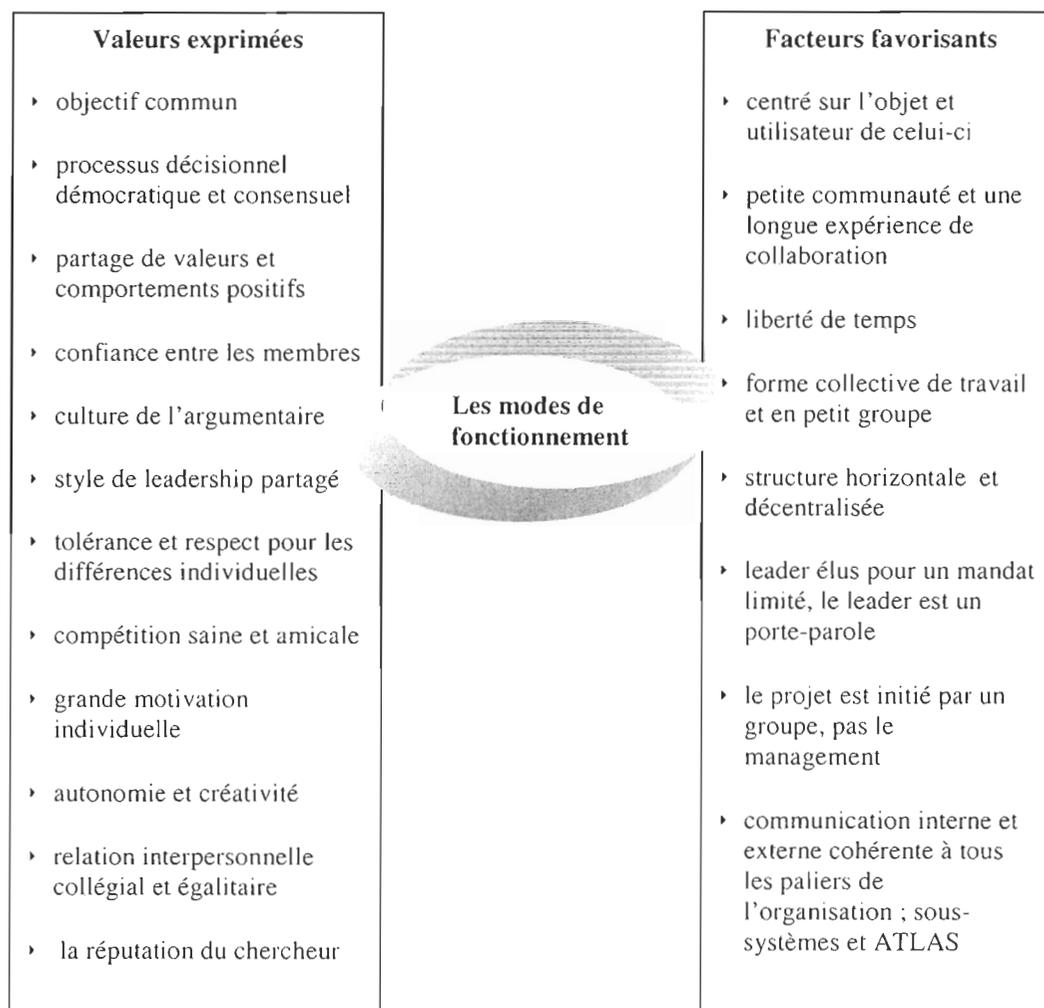
4. La création d'une synergie interculturelle

Les équipes des grands projets scientifiques ont évolué en marge des pratiques du management traditionnel. En fait, ces équipes interculturelles ont joui d'une autonomie suffisante pour pouvoir définir leurs propres modes de fonctionnement. Nous pensons que les facteurs favorisant la cohésion et la dynamique de fonctionnement de cette organisation ont été mis en place intuitivement au fil du temps par le management. Cette grande équipe interculturelle de projet s'est organisée de façon à coopérer et à élaborer des modes de fonctionnement légitimes aux yeux de toutes les parties prenantes pour tirer profit de la diversité culturelle de l'équipe afin d'atteindre un but commun.

Le tableau 5.2 présente l'essentiel des valeurs communes liées à des normes morales ou éthiques partagées par les membres de l'équipe Pixel auxquelles les collaborateurs font références dans les entretiens. Aussi, d'après nos observations et la littérature, le tableau

présente certains des facteurs qui nous apparaissent favoriser l'intégration des membres à ces modes de fonctionnement partagés par l'ensemble des membres.

Tableau 5.2 Facteurs et valeurs favorisant l'élaboration de modes de fonctionnement



Or, nos observations et les valeurs exprimées par les participants de l'équipe Pixel, nous laissent croire que la culture organisationnelle telle que résumée au tableau 5.2

trouverait ses racines dans l'expérience ATLAS et d'une certaine manière dans la culture organisationnelle du laboratoire lui-même. Des recherches futures devront se pencher sur cette question.

5.2 L'équipe du Pixel

Cette recherche sur la gestion des équipes multiculturelles veut répondre à la question suivante. Comment fonctionnent et coopèrent les membres d'une équipe multiculturelle délocalisée d'une grande collaboration scientifique en physique des particules?

Dans son analyse, Chevrier (2000) présente deux modèles de fonctionnement interculturel. D'après ces travaux, l'équipe Pixel correspond relativement bien au modèle diplomatique : une structure hiérarchique aplatie, un leadership partagé et équitable entre les groupes culturels offrant un contexte favorable au développement des relations interpersonnelles, et le rôle de chef indien du gestionnaire de projet. Cependant, deux caractéristiques du projet Pixel font exception.

Premièrement, Chevrier (2000) mentionne la formalisation des contrats et les procédures légales liant les partenaires. Les collaborations en PHE définissent plutôt leur structure organisationnelle au travers d'ententes verbales ou d'un *protocole d'intention*, plutôt que des contrats formels, et créent moins de niveaux d'autorité internes. Le projet

Pixel est défini par le *protocole d'intention* de la collaboration ATLAS (voir section 2.2.3 et section 4.1.2).

Deuxièmement, selon Chevrier (2000) la stabilité des membres de l'équipe dans les relations personnelles est importante, car elle constitue une base d'ajustement interculturel efficace et que tout changement d'interlocuteur fait table rase du capital de connaissances sur lequel s'est forgée la confiance. Dans l'équipe Pixel, au fil des ans, de nouvelles institutions ont joint le projet. Les membres de l'équipe doivent accueillir de nouveaux venus et remplacer ceux qui doivent quitter les lieux de l'expérience, un défi constant pour le chef de projet et l'organisation (voir section 4.2.5). Malgré ces changements et le mouvement fréquents du personnel, nous prétendons que la stabilité est atteinte par les membres de l'équipe. La petite taille de la communauté favorise les relations interpersonnelles, les médecins participent à plusieurs projets lors de leur carrière. Ils finissent donc tous par se connaître directement ou par collègues interposés. Les relations interpersonnelles et la confiance entre membres sont des éléments essentiels à la collaboration et à l'avancement du projet.

Dans l'équipe du Pixel, le leadership exercé n'est ni unique ou coercitif, il est plutôt un leadership d'influence, distribué selon les compétences de chacun (voir section 4.2.5). Le leadership appartient à ceux qui peuvent rallier les troupes et les garder motivées. L'influence d'une personne dans le projet est d'abord liée à sa compétence et à l'expertise que les membres lui reconnaissent au sein de l'équipe (Krige, 1991; Hyppölä, 2008; Margery et coll. 2009). Les problèmes ne sont normalement pas résolus hiérarchiquement

puisque l'expérience et l'expertise ne sont pas nécessairement entre les mains du management. Le gestionnaire de projet Pixel est près des membres de son équipe. Il a une large expérience de la collaboration interculturelle. Il est considéré par ses pairs comme un bon communicateur — précision et clarté dans son discours — ayant de solides connaissances techniques.

La représentativité nationale du management est une préoccupation au CERN, tout comme dans la collaboration ATLAS. Il en va de même pour l'équipe Pixel. Sans qu'il y ait une obligation, le management s'efforce à respecter la représentativité nationale dans la structure hiérarchique du projet. Au moment des entrevues, le gestionnaire de projet était Américain, ainsi son successeur devrait être de préférence un représentant européen. Pour la majorité des participants, ceci n'est pas une source de préoccupation. Plusieurs d'entre eux ont précisé que les qualités et l'expertise du chef de projet étaient plus importantes que sa nationalité. En fait, la représentativité n'étant pas homogène dans les groupes nationaux, comme l'ont mentionné les participants, il existe des éléments de contamination dans le management de l'équipe Pixel. Dans les faits, les Italiens ont une forte représentativité au sein du management de l'équipe Pixel.

Est-ce qu'une culture nationale influence plus qu'une autre le management de l'équipe du Pixel? Cinq répondants ont mentionné que la culture nationale du gestionnaire de projet pouvait d'une certaine façon déteindre sur les pratiques de management de l'équipe sans que cela soit un réel obstacle, mais de fait une situation naturelle. Aussi, un participant a fait mention de l'influence du groupe américain sur l'ensemble de l'équipe.

Les membres de ce groupe doivent s'expatrier, bien souvent avec leur famille, pour travailler au CERN pour une période plus ou moins longue. Or ce groupe permanent au CERN peut créer par le nombre de ces membres une inévitable empreinte. Outre ces deux facteurs énumérés, concrètement, les participants affirment qu'ils n'éprouvent pas l'influence d'un groupe en particulier, mais une harmonie entre les trois groupes majoritaires qui forment l'équipe Pixel.

Nous avons observé une forte cohésion de l'équipe Pixel. Les membres de l'équipe ressentent une certaine fierté à participer au projet Pixel. Le projet Pixel a été physiquement isolé de l'organisation (CERN) au départ. Les contraintes extérieures et l'isolement ont tendance à renforcer la cohésion d'un groupe (Schermerhorn et coll. 2006). Les facteurs tels que les défis technologiques, l'appréciation des compétences respectives, la petite taille de l'équipe et le regroupement des membres dans un même bâtiment ont de toute évidence contribué à créer un sentiment d'appartenance chez les membres de cette équipe.

Les équipes de travail du projet Pixel sont semi-autonomes qui correspondent à un type de groupe de travail hautement participatif. Les membres de l'équipe participent aux discussions et se sentent engagés et responsables pour trouver des solutions collectivement et mettent leurs compétences respectives au service d'un objectif commun. Nous pouvons affirmer que cette forme de travail, ainsi qu'une structure horizontale favorise une réponse rapide aux changements technologiques de la part de l'équipe. En fait, nous croyons que les décisions hiérarchiques dans ce type de projet paralysaient le processus. Par le fait que les membres assument collectivement les tâches, leur motivation, leur autonomie en sont

accrues et ainsi la qualité de la vie professionnelle et les relations interpersonnelles en sont améliorées.

Nous pensons que l'équipe Pixel possède certaines caractéristiques qui lui permettent d'exceller dans le travail en équipe et d'atteindre des niveaux de rendement de haute performance. Ces caractéristiques sont 1) les valeurs fondamentales qui orientent les attitudes et les comportements de ces membres, 2) l'objectif de rendement est précis pour tous, 3) une bonne combinaison de compétences techniques et conceptuelles et 4) une tâche innovatrice. Enfin, nous prétendons que les membres de l'équipe Pixel ont réussi le pari d'atteindre une synergie culturelle en permettant à la complémentarité des compétences de ses membres à s'exprimer, et ainsi à coopérer dans l'achèvement du but commun : la construction du détecteur Pixel.

5.3 Résumé : les leçons apprises

Les résultats de cette recherche sont consistants avec des recherches précédentes en HEP au moins sur quatre points. D'abord, nous confirmons que l'interaction informelle est de loin la forme de communication la plus répandue dans ce type de collaboration scientifique. Ensuite, ces grandes équipes de projet s'organisent de façon non bureaucratique avec une structure horizontale et adhocratique (Mintzberg, 1988). De plus, notre étude confirme les conclusions de Krige (1991) à propos de la créativité et de l'autonomie dans les équipes en PHE. Enfin, les recherches dans le domaine des PHE ont

démontré le caractère participatif, consensuel et collectif du processus décisionnel. Celle-ci ne fait pas exception, les mêmes conclusions peuvent être tirées de cette analyse. Le résultat de notre recherche met particulièrement en lumière le fait que le processus décisionnel décrit implique, non seulement le management de la collaboration, mais tous les membres de l'équipe, de l'étudiant au gestionnaire de projet.

En conclusion, nous présentons les résultats les plus importants de notre recherche, ceux qui n'ont pas été abordés par la littérature ou des travaux de recherche en PHE. Notre étude prétend que la culture professionnelle est un facteur de cohésion et d'identité sociale pour les membres de l'équipe. Cette familiarité avec un même univers technique permet à cette communauté de tirer profit de son identité et de passer outre les différences de cultures ou d'idéologie en favorisant les échanges interculturels et interpersonnels. Aussi, il nous apparaît que la culture organisationnelle de l'équipe Pixel s'appuie sur des normes et des valeurs partagées par ces membres qui transcendent les différences culturelles et favorisent l'unité et la coopération de cette équipe interculturelle. Enfin, l'équipe Pixel correspond relativement bien au modèle diplomatique de Chevrier (2000). Elle est une équipe mature qui démontre un fonctionnement de synergie culturelle. Ces membres ont su tirer profit des aspects positifs de la diversité culturelle de l'équipe afin d'atteindre un objectif commun.

CONCLUSIONS ET PISTES DE RECHERCHE

FUTURES

Cette étude sur une équipe multiculturelle d'un grand projet scientifique explore l'influence de la culture en gestion d'un projet. Cette étude contribue à la littérature dans le domaine de la gestion de projet, elle présente pour la première fois, une étude sur l'influence de la culture sur le fonctionnement d'une équipe multiculturelle d'un grand projet scientifique international. De plus, elle participe au développement d'une littérature francophone sur la recherche des grandes collaborations scientifiques dans le domaine de physique.

L'objectif de notre étude était de comprendre comment fonctionnent et coopèrent les membres d'une équipe multiculturelle délocalisée d'une grande collaboration scientifique en physique des particules. Nous avons choisi de restreindre notre étude à une équipe de travail. Toutefois, la complexité de l'analyse interculturelle est un fait inévitable pour ce type de recherche. L'influence de la culture en gestion d'un projet est un enjeu peu traité par la littérature.

Ainsi, nous avons défini les référentiels de notre modèle à partir de la littérature des pratiques de gestion du management interculturel. Ils nous ont permis de mettre en place des points de repère pour construire le questionnaire de recherche. Ces référentiels sont l'individu, la communication, la dynamique de fonctionnement, le rôle du gestionnaire de

projet, la culture professionnelle et organisationnelle. Bien que cette recherche n'ait pas de portée universelle, l'ambition de cette recherche était de brosser un large tableau de l'environnement particulier de cette équipe de travail interculturelle et de fournir des indicateurs pour tracer les contours de ce secteur inexploré par la gestion de projet.

Les limites de la recherche

Malgré nos préoccupations afin d'assurer la validité de nos résultats et la rigueur de notre analyse, notre recherche comporte plusieurs limites reliées au temps et aux moyens alloués à cette recherche.

En premier lieu, l'expérience ATLAS est d'une ampleur qu'un seul chercheur ne peut espérer traiter à lui seul pour ce type d'étude. C'est, en fait, cette raison qui a influencé la décision de prendre un sous-projet du détecteur interne d'ATLAS. Ce choix rendait l'envergure de la recherche plus raisonnable et permettait au chercheur de brosser, de manière adéquate, un large portrait d'une équipe scientifique malgré le peu de connaissance de ce milieu.

En deuxièmement lieu, la connaissance du terrain, d'une part, exige une certaine connaissance des termes techniques en physique, car les physiciens parlent de la « machine ». Il semble même parfois difficile pour eux de se détacher de l'objet. Ainsi, l'objet d'étude pour le chercheur est aussi la machinerie sur laquelle travaillent les physiciens. D'autre part, la connaissance des noms et des lieux d'expériences des dernières

décennies est nécessaire pour ne pas se perdre pendant la discussion. Les physiciens apprécient la connaissance et la précision.

En troisième lieu, les entrevues se sont déroulées en anglais, sachant que cette langue n'était pas la langue maternelle du chercheur et, dans la plupart du temps, des participants. Or, comme nous l'avons mentionné, la communication interculturelle peut apporter des difficultés liées à la compréhension. Ainsi, les données recueillies lors des entrevues sont susceptibles d'affecter les perceptions du chercheur, tout comme l'interprétation des résultats.

En quatrième lieu, cette étude ne prétend pas avoir saisi toute la réalité et le vécu de l'équipe Pixel, mais un fragment de celle-ci. Cette étude est semblable à une photo prise à un moment et figée dans le temps. Enfin, je pense que Knorr-Cetina (1998) résume l'esprit de cette recherche grâce à l'image du kaléidoscope. La présente analyse n'est pas, comme une enquête sur la culture pourrait l'être, complète et compréhensive, elle est plutôt kaléidoscopique. Nous avons regardé les conjonctions d'activités au moyen d'une succession de changements, comme quelqu'un pourrait tourner un kaléidoscope pour voir les divers aspects de l'influence de la culture sur les membres de l'équipe, le leadership ou la structure organisationnelle de l'équipe Pixel. Nous ne prétendons pas que la combinaison des modèles discutés s'élève d'une façon ou d'une autre sur l'ensemble des pratiques dans le domaine de la physique.

Les pistes de recherche futures

Cette étude a permis de constater que d'autres études sont nécessaires afin de valider les leçons apprises. D'abord, les recherches ultérieures devront inclure plus de pays d'horizon divers et plus de participants par pays. Ensuite, il serait intéressant de comparer les résultats obtenus avec les équipes de travail interculturel géographiquement dispersé (virtuelles). Enfin, il serait également intéressant de renouveler cette étude sur les situations interculturelles des équipes de travail sur les facettes de l'intégration par les institutions ; la culture métier et la culture organisationnelle, et les modes de fonctionnement de la synergie culturelle.

Les expériences ATLAS et CMS poursuivent les mêmes buts scientifiques, mais CMS a opté pour des solutions techniques et une structure organisationnelle différentes de l'expérience ATLAS. Une étude comparative de ces deux expériences pourrait permettre de faire ressortir les meilleures pratiques du management interculturel dans un contexte de gestion de projet.

Si ces expériences étaient en effet uniques? Selon Knorr-Cetina, nous pourrions toujours les examiner, car elles pourraient être des modèles pour les cultures de sociétés de connaissance. Enfin, d'un point de vue plus pratique, elles peuvent participer à l'évolution et au développement d'un modèle de gestion pour les entreprises innovantes (Santalainen et coll., 2007).

BIBLIOGRAPHIE

- Adams J. D., Black G., Clemmons J. R., Stephan P. E. 2005. «Scientific teams and Institutional Collaborations: Evidence from US Universities, 1981-1999» Research Policy, vol. 34, pp 259-285
- Adler, N.J. 1994. Comportement organisationnel, une approche multiculturelle, Repentigny : Éditions Reynald Goulet Inc.
- Adenfelt M., Lagerström K. 2006. «Enabling knowledge creation and sharing in transnational projects» International Journal of Project Management, vol. 24, pp. 191-198
- Bachy G., Hameri A-P. 1997. «What to be implemented at the early stage of a large-scale projet» International Journal of Project Management, no. 4, vol. 15, pp211-218
- Beau, S. Weber, F. 2003. Guide de l'enquête terrain : produire et analyser des données ethnographiques, Guide repères. Paris : Éditions la découverte
- Ben Mahmoud-Jouini S. 2004 Management de connaissances et des apprentissages dans les entreprises multiprojets : le cas des stratégies d'offres innovantes, in Garel G., Gaird V. et Midler C. *Faire de la recherche en management de projet*, FNEGE, Librairie Vuibert, Paris
- Ben Mahmoud-Jouini S. 2004. Faire de la recherche en management de projet : Management de connaissances et des apprentissages dans les entreprises multiprojets : le cas des stratégies d'offres innovantes, in Garel G., Gaird V. et Midler C., FNEGE. Paris : Librairie Vuibert.
- Boisvert, J. 2007. L'influence de la culture nationale sur les pratiques de gestion des ressources humaines dans le secteur bio pharmaceutique. Université du Québec à Trois-Rivières, Mémoire de maîtrise en gestion de projet.
- Boudenot, J-C. 2001. Histoire de la Physique et des Physiciens: de Thalès au boson de Higgs. Paris : Ellipses Éditions Marketing S.A.
- Bull, A., Loinard, S., Sulmona, M-M. 2005. Communication interculturelle: gestion nécessaire ou préoccupations superflue? Université Paris Dauphine, MBA Management des ressources humaines.
- Chan, E., Raymond, Y. C. 2003. « Cultural Considerations in International Construction Contracts» Journal of construction engineering and management, vol. 129, no.4
- Chevrier, S. 2003. Le management Interculturel. Paris : Presses Universitaires de France

Chevrier, S. 2000. Le management des équipes interculturelles. Paris : Presses Universitaires de France

Chevrier, S. 2003. «Cross-cultural management in multinational Project groups» Journal of World Business, vol 38, pp. 141-149

Chompalov, I. 1998. Multi institutional Collaboration in Science: Structure, Types and Outcomes, Department of Sociology, Louisiana State University, These of PhD in Philosophy.

Chompalov, I., Genuth, J, Shrum, W. 2002. «The organization of scientific collaborations» Research Policy, vol. 31 pp. 749-767

Chuang, Y-T., Church, R., Zikic, J. 2004. «Organisational culture, group diversity and intra-group conflict» Team Performance Management, vol. 10, no 1/2, pp. 26-34

Connaughton S. L., Shuffler, M. 2007. «Multinational and multicultural distributed teams, a review and future agenda» Small Group Research, no 3, vol.38, June 2007,pp. 387-412

Demorgon, J. 2005. «Critique de l'interculturel, l'horizon de la sociologie», Paris, Éditions Economica/ Anthropos.

Dietrich P. et Lehtonen P. 2005. «Successful management of strategic intentions through multiple projects – reflections from empirical study» International Journal of Project Management, no 23

D'Iribarne, P. et al. 1998. Culture et mondialisation, gérer par-delà les frontières. Paris : Éditions du seuil.

Dupriez, P., Simons, S. 2000. La résistance culturelle. Bruxelles : Éditions de Boeck Université.

Eglene O., Dawes S. 2006. «Challenges and strategies for conducting international public management research» Administration & Society, no 5, vol.38, November 2006, pp. 596-622

Eminet, A. 2005. «Le contrôle dans les organisations hybrides : le cas de management par projet » Cahier de recherche, EMlyon, The European Institution for lifelong learning, vol. 2005/09

Eriksson M., Lillieskold J., Jonsson N. 2002. «How to manage complex, multinational R&D projects successfully» Engineering Management Journal, no 2, vol. 14, pp. 53-60

Fernez-Walch S. 2004. «La problématique de portefeuilles de projets : finalités et mise en œuvre», in Garel G., Gaird V. et Midler C. Faire de la recherche en management de projet, FNEGE, Librairie Vuibert, Paris.

Flyvbjerg, B. 2007. Truth and lies about Magaprojects. Faculty of technology, policy, and management, Delft University of Technology.

Flyvberg, B et al. 2007. Megaprojects and Risk. Combating Corruption, Encouraging Ethics: A Practical Guide to Management Ethics. Published in cooperation with The American Society for Public Administration, Lanham, MA and Plymouth, UK.

Fréchet, M. 2003. Les conflits dans les partenariats d'innovation : essai de propositions, XIIème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique

Fortin, F. et al. 1988. Introduction à la recherche, auto-apprentissage assisté par ordinateur. Montréal : Décarie, éditeur inc.

Galison, P. 2002. Ainsi s'achèvent les expériences : la place des expériences dans la physique du XXe siècle. Paris : Éditions La Découverte pour la traduction française.

Garel, G. 2003. «Pour une histoire de la gestion de projet». Gérer et comprendre. No 74 pp 77-88 <http://www.annales.org/gc/2003/gc74/garel77-90.pdf>

Gauthier, B. 1987. Recherche sociale, de la problématique à la collecte des données. Québec : Presses de l'Université du Québec.

Gervais, C. 2008. Étude exploratoire portant sur le support des directions d'entreprises aux équipes virtuelles de projet, Université du Québec à Montréal, Mémoire de Maîtrise en gestion de projet

Hall, E.T. 1979. Au-delà de la culture. Paris : Éditions du Seuil pour traduction française

Hameri, A-P. 1997. «Project management in a long-term and global one-of-a-kind project» International Journal of Project Management, no3, vol. 15, pp 151-157

Hameri, A-P, Nitter P. 2002. «Engineering data management through different breakdown structures in a large-scale project» International Journal of Project Management, vol. 20 pp 375-384

Hameri, A-P, Vuola O. 2006. «Mutually benefiting joint innovation process between industry and big-science» Technovation, vol 26 pp. 3-12

Henrie M, Sousa-Poza A. 2005. « Project Management: a cultural literature review» Project Management Journal, no2 vol. 36, pp. 5-14

Hyppölä, J. M. 2008. A Strategy Absence or a Tacit Strategy? Case ATLAS Experiment at CERN, University of Helsinki Faculty of Social Sciences, Master Theses Department of Political Science Administration and Organizations

Hofstede, G. 1991. Vivre dans un monde multiculturel: comprendre nos programmations mentales. Paris : Les éditions d'organisation.

Jungk, R. 1966. Le C.E.R.N. une internationale des savants. Paris : Éditions du seuil

Karjalainen, H. 2007. Quels outils et pratiques pour le management du personnel multiculturel?, Université de Metz, IAE de Metz, Université de Trèves, Allemagne, Thèse de doctorat en gestion.

Keats, D. M. 2000. Interviewing; a practical guide for students and professionals. Buckingham - Philadelphia: Open University Press.

Knorr-Cetina, K. 1999. Epistemic Cultures: How the science make knowledge. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press

Knorr-Cetina, K. Mulkey, M. 1983. Science observed: perspectives on the Social Study of Science. London, UK: Sage Publications LTD

Laforte Denis. 1999. «Gestion de projet et secteur public, le cas de l'Oregon» Coup d'œil, no4, vol. 5, décembre 1999

Lenfle, S., Midler C. 2003. Management de projet et innovation. L'encyclopédie de l'innovation. Paris : Éditions Economica

Margery P., Marchand, D. 2009. « The ATLAS and LHC Collaboration at CERN: Exploring the Big Bang» IMD International Institute for Management Development, Lausanne, Suisse. 26 pp.

Mead, R. 1994. International Management, cross cultural dimensions. Cambridge, Massachusetts: Blackwell Publishers

Meier, O. 2004. Management Interculturel. Paris : Éditions Dunod

O'Shaugnessy, W. 1992. U La faisabilité de projet: une démarche vers l'efficience et l'efficacité. Trois-rivières, Québec : Les éditions SMG

Paillé, P. (sous la direction de). 2006. La méthodologie qualitative : Postures de recherche et travail de terrain, Collection U - Sociologie. Paris: Armand Colin Éditeur. 238p.

Ogay, T. 2000. De la compétence à la dynamique interculturelles : des théories de la communication interculturelle à l'épreuve d'un échange de jeunes entre Suisse romande et

alémanique, Ouvrage publié avec le soutien de la faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation de l'Université de Genève et de la Fondation Oertli, Zurich. Berne : Éditions scientifiques européennes, Peter Lang SA.

Santalainen, T. J. et al. 2007. Application of Business Models in Strategy formulation and Execution: Lessons from the ATLAS Experiment at CERN. SMS 27th Annual International Conference «the Challenges of Non-Market Influences on Market Strategies». October 14-17, San Diego, USA

Schermerhorn, Jr. et al. 2006. Comportement humain et organisation, 3^e édition. Saint-Laurent (Québec) : Éditions du Renouveau Pédagogique Inc.

Sennara, M. 2002. Influence of Culture and Trust on International Projects, Department of civil engineering. University of Calgary: These for a master in science.

Shore, B., Cross, B.J. 2005. «Exploring the role of national culture in the management of large-scale international science projects», International journal of Project Management, vol. 23, pp. 55-64.

Shore, B., Cross, B.J. 2003. «Management of Large-Scale International Sciences Projects: Politics and nation...» Engineering Management Journal, Vol. 15-4, pp25.

Soenen, G. 2004. «Effective communities of Practices: A comparative study» Cahier de recherche, EMlyon, The European Institution for lifelong learning, vol. 2005/06

Trompenaars, F. 1993. L'entreprise multi culturelle, London, Maxima pour la présente traduction et la préface à l'édition française, 1994, Nicholas Brealey Publishing.

Türtscher, P. 2008. The Emergence of Architecture in Modular Systems: Coordination across boundaries at ATLAS and CERN, Graduate School of Business, University of St-Gallen: These in economy.

Valeau, P. 1997. La Gestion des volontaires dans les associations humanitaires : un passage de la contingence de l'implications. Université des sciences et techniques de Lille : Institut d'administration d'entreprise, gestion des ressources humaines. Thèse de Doctorat en Science de gestion.

Vijay, K. V. 1997. The Human Aspects of Project Management, Managaging the Project Team. Printed in the United States of America: PMI Publication Division

Vinck, D. 2007. Sciences et société, Sociologie du travail scientifique, Paris : Armand Colin éditeur.

Virginia, B. 2007. Approches d'études des entreprises multiculturelles ; portée, limites et applications dans les différents contextes nationaux. XVI ème Conférence Internationale de Management et Stratégique

Site Internet

The Atlas Pixel detector <http://www.physorg.com/news139674903.html>

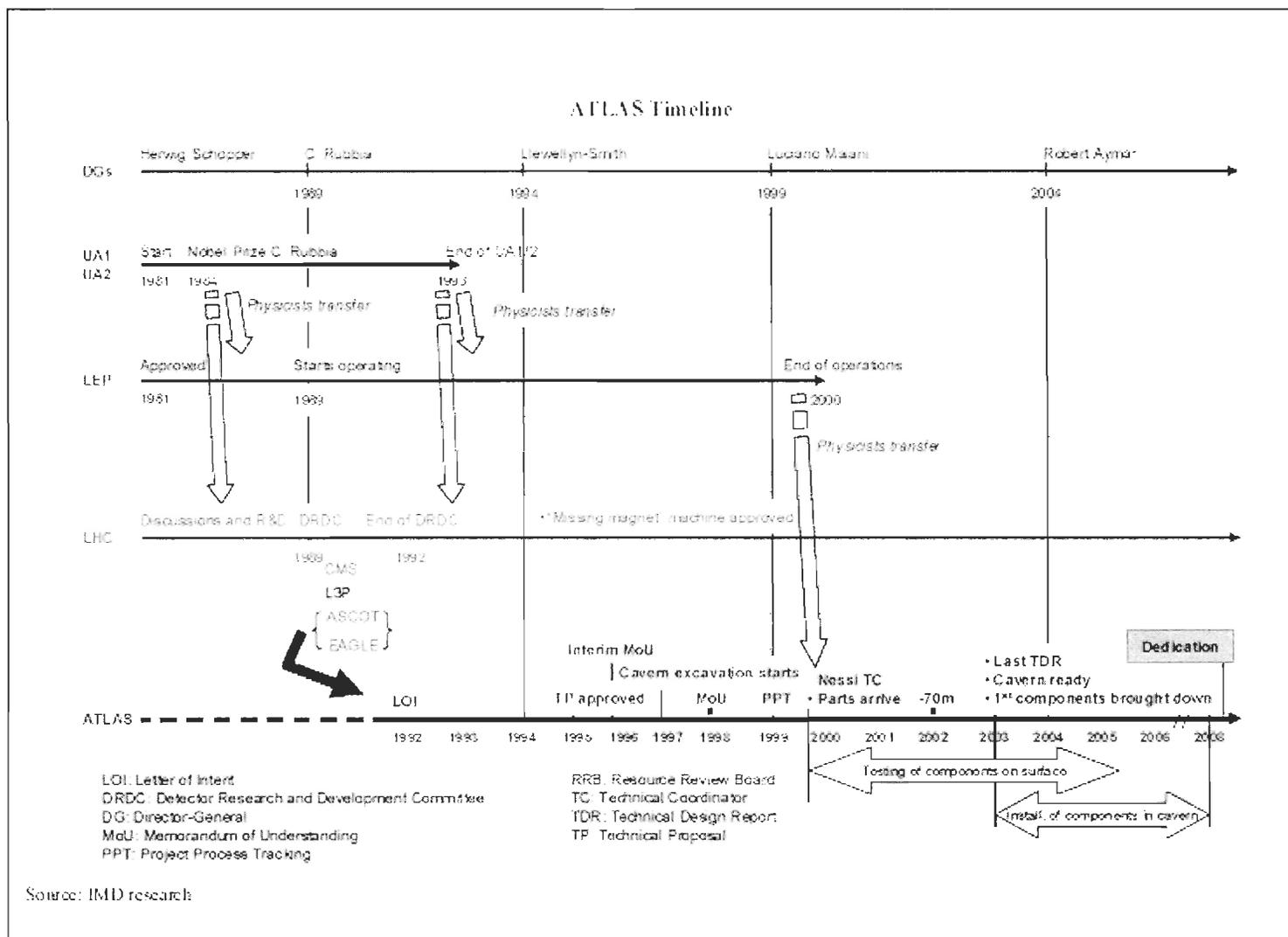
EIRO Forum: <http://www.eiroforum.org/>

LHC: Atlas, c'est quoi? <http://www.lhc-france.fr/?rubrique11>

CERN, le LHC: <http://public.web.cern.ch/Public/fr/LHC/ATLAS-fr.html>

Latitude, CERN : l'expérience du siècle : <http://largeur.com/expArt.asp?artID=2614>

ANNEXES



Source: Article de Margery et Marchand (2009)

ANNEXE 1 : INVITATION

Dear Dr. xxxx

I would like to invite you to participate in a study on multicultural team. I was authorised by [REDACTED] to contact the member of the Pixel team. Also, I already met with [REDACTED] regarding the historic of the project.

I am interviewing scientists who have collaborated on the Pixel team located at CERN. The purpose of this study is to explore how the culture dimension affects the management of a multicultural team in an international science project.

Since you are a member of the team, I would like to interview you. The interview will take approximately 60 to 90 minutes and will be directed using open questions. All data collected from these interviews are confidential and will be used for the purpose of this specific study. I would be happy to send you a copy of the outline before hand if you would like.

I understand that your time is limited, so I will adjust my schedule to accommodate yours. I live in Geneva so I can meet with you at CERN for the interview. If you are interested, please let me know if there are a good time for you this week or in the next weeks.

Thank you for your time.

Cordially,
Marie-Nadine Lamontagne
Candidate at a Master degree in Project Management
Université du Québec à Rimouski

ANNEXE 2 : LETTRE DE CONSENTEMENT

Exploring the role of culture in the management of an International Science Project team

This consent form is a part of informed consent. It should give you the basic idea of what this research is about and what your participation will involve. During this interview, I will be asking you several questions about your experience in a multicultural environment as a member of the Pixel team. If you have any questions about the research, please feel free to ask at any time. You can contact me by phone or by email. You May also contact my supervisor by email.

The purpose of this research is to investigate how cultural dimensions influence a scientific collaborations project team. The study is focused on understanding the effect of culture differences on the relations between the team members of the Pixel project located at CERN.

I would like to thank you for participating in this study. Your involvement is very much appreciated. I would like to inform you that as a participant you have the following rights:

- Your participation in this study is voluntary
- The interview will take 60 to 90 minutes to be completed and will be directed by using open-ended questions
- You are free to refuse to answer any questions at any time
- All data collected are confidential. It will not be share with the management or others participants
- Interview will be taped. All raw materials of the data collected will be accessible only by the researcher.
- Citations of the data may be used as a part of the research report but under no circumstances will your names or identifying characteristics be included in the report
- Upon request, a copy of the results after successful defence of the thesis, will be made available to you

If you have any questions or issues concerning this project you may contact:

Bureau des Études de cycles supérieurs et de la recherche

Monsieur Jean-Pierre Ouellet

Doyen des études de cycles supérieurs et de la recherche

Please sign and date this form to indicate that you have read and understood to your satisfaction the information regarding participation in this research project.

Signature of Participant _____ Date _____

Print Name _____

Marie-Nadine Lamontagne _____ Date _____

ANNEXE 3: QUESTIONNAIRE

Questionnaire- Interview

Demographic

Current University department or institution:

Years within your organisation:

Your position in your home institution and in the project:

Where are you from (nationality):

Personnel and collaboration

1. Did you work or study in a multicultural environment before?

If yes, where and when

2. Did you work on a similar project, multicultural team, before? If yes, where, when and how diverse was the team, which level institution/team

3. How did you become to be involved in this project?

b. Did you choose to come to CERN to work or your organisation posts you? Yes or no

c. Do you think it make a difference on how people work together on the project at CERN?

Organisation and Collaboration

4. What fraction of your working time do you spend on the project?

- more than 80%
- 50 to 80%
- 30 to 50%
- less than 30%

5. How the project team communicate?

- Face-to-face meeting

- Formal meeting
- Informal meeting
- Email
- Lunch, seminars

6. How would you describe the structure of the management?

- a. your «home» institution
- b. in the project
- c. how does differ between your home organisation and the project team

7. As a team member of the PIXEL team, do you report directly (hierarchy) to the project manager?

- b. if not, to whom?

8. If the hierarchy in the project differs from your home institution, does that cause problems or conflicts? How do you manage them?

9. Can you make decision without going trough several levels of approval?

10. Does the management team on the project allow initiatives from the team members?

11. Are nationalities of the team are representative on the management team of the project?

12. What skills would you say is important for a project leader in your project?

13. (Management Question) How does your organisation (University, Laboratory, or institutions) that your work for affect/support the collaboration? *Money, resources, intellectual contribution, government policies*

Communication

13. Which language do you speak?

14. In which language the project is conducted?

15. Outside of collaboration meetings, apart from English, which others languages do you normally speak on a day-to-day basis at work?

16a. Did you ever experience any miscommunication, if one or both interlocutors are not native English speaker?

- b. How was that situation resolved?
- c. Did such situation occur in a public meeting? If so, how was it resolved?

Interpersonal relations and Culture

17. No one, or almost no one, on the project is originally from Switzerland or lives here permanently.

How do you think it affect the project?

- a. Do you think that the collaboration culture of the host country will tend to be adopted?

18. Do you think the collaboration management culture is more influence by one of the participating countries; Italy, US, Germany or others?

- a. If yes, which one and why

b. if no, explain

19. Would you say the professional culture helps to overcome differences? (culture professional, same language, ect...)

20. How would you describe the inter-relations between the team members of the project?

- a. Would you say your relations are egalitarian between team members, even within the project management team?

b. Would you describe the decision-making process?

21. How conflicts and disagreement are dealt with? (Ideas)

22. Would you accept a behaviour more easily for someone outside of your culture?

23. Overall, how would you describe your experience on the Pixel project team?

24. Working on the Pixel project, what are the advantages/disadvantages on this different aspect of the life: career, family, education or others?

