

Valorisation des compétences Un nouveau chapitre de la thèse

Doctorante : **Mélusine GAILLARD**

Ecole Doctorale : **Sciences de la Mer et du Littoral**

Mentor : **Philippe BERTHEUIL**

Sujet de thèse : **Etude des virus infectant les archéobactéries de l'ordre des Thermococcales inféodées aux sources hydrothermales océaniques profondes**

Directeur de thèse : **Daniel PRIEUR**

Date probable de soutenance : **Mai 2006**



Valorisation des compétences

Un nouveau chapitre de la thèse

I. Cadre général et enjeux de la thèse

1. Présentation succincte de la thèse et de ses enjeux

Ma thèse s'intitule : « Etude des virus infectant les archéobactéries de l'ordre des Thermococcales inféodées aux sources hydrothermales océaniques profondes ». Les environnements sur lesquels je travaille s'appellent les sources hydrothermales océaniques profondes. Elles se situent au niveau des dorsales océaniques entre – 500 m et – 6000 m de fond. Elles sont constituées d'eau de mer qui s'infiltre au niveau du fond des océans et qui, en se rapprochant du centre de la Terre, monte petit à petit en pression. Cette eau rejaillit ensuite avec force au niveau du plancher océanique à des températures proches de 400°C chargée de nombreuses particules arrachées à la roche. Dans ces environnements qui peuvent paraître très hostiles, il existe en fait de nombreuses espèces animales et microbiennes qui vivent en étroite relation. L'objectif de ma thèse est d'étudier les virus qui infectent certains de ces micro-organismes. Plus précisément, j'avais en charge de décrire un ou plusieurs virus hyperthermophiles jusqu'au niveau moléculaire. Ceci, d'une part, afin d'isoler une protéine thermostable intéressante pour la bioindustrie et d'autre part, pour faire apparaître les relations qu'ils entretiennent avec les micro-organismes qui les hébergent.

L'enjeu scientifique de ma thèse est de taille car en France seul un laboratoire travaille sur les virus hyperthermophiles (pouvant vivre au-delà de 80°C). De plus, au niveau mondial, seules trois nations se sont engagées dans cette voie : les Etats-Unis, l'Allemagne et le Japon. Ainsi, par mon travail, je contribue à ce que la recherche menée dans l'Hexagone soit reconnue au niveau de la communauté scientifique internationale.

L'enjeu économique réside dans le fait que les virus auxquels je me suis intéressée sont des réservoirs potentiels de molécules thermostables, autrement dit résistantes à la chaleur (jusqu'à plus de 110°C). Celles-ci peuvent avoir de nombreuses applications en industrie agro-alimentaire ou dans le domaine des diagnostics médicaux.

2. Contexte de la thèse

Mon laboratoire a pour thématique de recherche les micro-organismes des sources hydrothermales océaniques profondes. Ainsi, mon travail qui se rapporte aux virus constitue un des nombreux volets à étudier pour mieux comprendre la microfaune de ce type d'environnement.

Ce travail s'intègre dans un projet commun à plusieurs laboratoires français (Universités de Brest et Orsay, CEA de Saclay et Institut Pasteur de Paris) nommé ACI Deep Hot Vir pour Action Concertée Incitative sur les Virus Thermophiles des Abysses. Chaque groupe amène sa compétence pour donner naissance à un résultat plus global.

En ce qui concerne les laboratoires étrangers, nous sommes, bien sûr, en compétition bien que nous ne travaillions pas exactement sur le même environnement. Toutes ces équipes sont plus expérimentées car elles ont initié leur étude depuis plus longtemps que mon laboratoire. De plus, le nombre de personnes travaillant effectivement sur le sujet est beaucoup plus important : dans mon équipe, ma prédécesseur et moi sommes quasiment les deux seules personnes à se charger de la phase pratique de la recherche.

Des moyens financiers et techniques importants ont été mis à ma disposition lors de ma thèse. Il est regrettable que l'encadrement scientifique n'ait pas toujours été suffisant. Ceci étant dit, les personnes vers lesquelles mes encadrants m'ont dirigée se sont toujours avérées très compétentes et tout à fait disponibles. Je dois également préciser qu'humainement, la plupart des personnes du laboratoire m'ont toujours soutenue, même dans les accès de désespoir inhérents au travail de recherche.

Mon équipe est impliquée dans plusieurs projets nationaux (ACI Deep Hot Vir) et européens (Réseau d'excellence GIS Genomic Marine). Elle possède également de nombreuses collaborations avec des laboratoires étrangers (Russie, Inde, Japon, Pays-Bas). Cependant, cette équipe n'a que très peu de contacts avec le domaine du privé (thèse financée de 1999-2002 par BioMérieux).

3. Moi dans ce contexte

Mes stages antérieurs ont fait naître en moi une réelle passion pour la virologie et je me suis alors attachée à orienter tous mes efforts pour garder cette discipline dans mes enseignements. C'est ainsi que j'ai été retenue pour effectuer 9 mois de formation dans mon laboratoire actuel pour travailler lors de mon DEA (ancien nom du diplôme bac+5) sur des virus hyperthermophiles abyssaux. Une allocation de recherche ministérielle m'a été attribuée à l'issue de ces résultats pour mener une thèse sur le sujet que je voulais. L'étudiante qui avait effectué son doctorat sur cette thématique partait et il n'y avait personne pour continuer la recherche sur les virus. J'ai donc saisi l'occasion et accepté de me charger de ce volet qui était sur le point d'être abandonné.

De concert avec mon directeur de thèse et mon responsable scientifique, nous avons fixé les grandes lignes des études qui seraient menées à la suite des travaux déjà réalisés par ma prédécesseur.

II. Déroulement, gestion et coût du projet

1. Préparation et cadrage du projet

Le sujet de ma thèse, comme celui de la thèse précédente, était un travail pionnier et par conséquent risqué. Ainsi, pour pallier un échec possible, plusieurs pistes ont été explorées de front.

En dehors de mon salaire qui était versé par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, le financement de ma thèse a été entièrement assuré par les contrats que le laboratoire monte régulièrement pour son fonctionnement et son équipement. Mon sujet ne portant qu'en partie sur un point susceptible de donner lieu à un éventuel dépôt de brevet, la seule disposition qui ait été prise est la mise en place de cahiers de laboratoires standardisés permettant une bonne traçabilité.

2. Conduite du projet

Dès le début, il a été décidé qu'il y aurait tous les 6 mois une réunion regroupant mon directeur de thèse, mon responsable scientifique et les autres personnes directement impliquées dans mon travail de thèse. Je présentais alors mes résultats sous forme de diaporama pendant une trentaine de minutes. A l'issue de cela, nous discutons des orientations à privilégier ainsi que des solutions à apporter aux différentes difficultés rencontrées.

En plus de ces réunions de bilan bisannuelles, il y avait une fois par an des demi-journées consacrées à faire un bilan sur la thématique de mon groupe de travail. Cela permettait d'avoir des avis extérieurs sur la façon dont ma thèse était menée. En effet, les personnes appartenant à mon groupe venaient d'horizons assez divers et possédaient chacun des sensibilités très différentes. Elles m'ont donc permis de prendre du recul là où j'étais parfois trop « la tête dans le guidon ».

Dans les discussions qui ont suivi ce genre de réunions, j'ai toujours pu m'exprimer et mon avis a très souvent été pris en compte. J'ai donc le sentiment d'avoir pu piloter mon projet. Cependant, certaines réorientations de mon sujet ont dû être opérées à la vue de résultats négatifs. Dans ces moments, il était important que je défende mon point de vue pour que les décisions finales soient le fruit d'une concertation.

Etant donné que ma thèse a nécessité un certain nombre de compétences extérieures, j'ai lié contact avec plusieurs chercheurs de mon laboratoire mais aussi avec d'autres équipes françaises (CHU de Brest, Université de Versailles, Université d'Orsay, Institut Pasteur de Paris, CEA de Saclay) et étrangères (Allemagne, Chine). Au niveau pratique, j'ai eu le plaisir de travailler avec plusieurs techniciens qui m'ont eux aussi beaucoup appris. J'ai gardé de très bonnes relations avec la majorité des personnes que j'ai côtoyées pendant ma thèse.

3. Evaluation et prise en charge du coût du projet

a. Moyens en personnel

Le nombre d'acteurs impliqués dans le projet est assez conséquent car il regroupe au total 17 personnes. Certaines ont été très sollicitées alors que d'autres n'ont apporté leur aide que ponctuellement. Quasiment tous les niveaux hiérarchiques présents dans un laboratoire sont représentés. Le coût en personnel du projet s'élève à 131 588 € mais 83 % de cette somme correspondent en fait à mon salaire et mes charges. Ce ne sont donc pas les moyens en personnel qui ont nécessité le plus de fonds.

Acteurs du projet	Temps passé sur le projet	Salaire mensuel brut	Coût total pour le projet
Professeurs :			
Daniel Prieur	10 jours	6 000 €	4 000 €
Marc Nadal	5 jours	3 000 €	1 000 €
Maîtres de conférence :			
Marc Le Romancer	20 jours	2 400 €	3 200 €
Claire Geslin	5 jours	2 280 €	760 €
Tristan Montier	5 jours	2 280 €	760 €
Chercheurs :			
Gaël Erauso	25 jours	2 800 €	4 666 €
Didier Flament	9 jours	2 280 €	1 368 €
Jean-Marc Verbavatz	3 jours	2 000 €	400 €
Ghislaine Henneke	2 jours	1 500 €	200 €

Acteurs du projet	Temps passé sur le projet	Salaire mensuel brut	Coût total pour le projet
Ingénieur de recherche : Jean-Louis Birrien	15 jours	4 200 €	4 200 €
Doctorante : Mélusine Gaillard	3 ans et demi	1 300 €	109 200 €
Assistante ingénieur : Nadège Bienvenu	10 jours	1450 €	967 €
Technicienne : Astrid Hoste	2 jours	1 300 €	260 €
Secrétaires : Anne-Sophie Podeur	2 jours	1 300 €	173 €
Joëlle Kermaïdic	5 jours	1 300 €	434 €
Stagiaires : Kristin Krieger	6 mois	-	-
Brice Mvou Lekogo	2 mois	-	-
		TOTAL	131 588 €

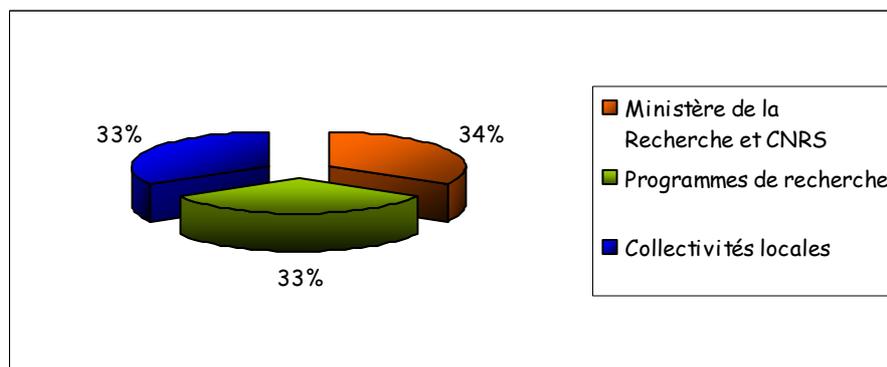
b. Dépenses associées au projet

Etant donné le prix élevé des équipements de laboratoire et de leur entretien, la rubrique qui occasionne les coûts les plus importants correspond au matériel. L'enveloppe des déplacements et missions est également très conséquente en raison de ma participation à une campagne océanographique de 45 jours dans le Pacifique sud. L'entretien des locaux n'a pas pu être déterminé car c'est un budget globalisé sur l'ensemble des bâtiments de l'Université de Bretagne Occidentale.

Rubrique	Coût en euros
Matériel	
Amortissement linéaire du gros matériel	161 858 €
Achat petit matériel de laboratoire	4 326 €
Maintenance des appareils	28 000 €
Total	194 184 €
Consommable et prestations externes	
Consommable	40 000 €
Prestations externes	2 000 €
Total	42 000 €
Déplacements et missions	
Roscoff	300 €
Paris	2 150 €
Australie	2 310 €
Mission océanographique Pacifique sud	62 904 €
Total	67 664 €
Entretien des locaux	Non déterminé
Fluides	
Eau	286 €
Gaz	881 €
Electricité	2 685 €
Total	3 852 €
Téléphonie	127 €
TOTAL	307 827 €

c. Origines des ressources

Les origines des ressources du laboratoire sont réparties en trois parts égales. Le premier tiers est versé par les organismes de tutelle, c'est-à-dire le Ministère de la Recherche ainsi que le CNRS. Le deuxième tiers est assuré par les différents programmes de recherche nationaux ou internationaux que les membres titulaires du laboratoire élaborent. Le dernier tiers est payé par les collectivités locales comme la BMO (Brest Métropole Océane) ou la Région Bretagne.



III. Compétences, savoir-faire, qualités professionnelles et personnelles acquises lors de la thèse

1. Au niveau technique

Etant donné la difficulté du sujet abordé, j'ai dû faire appel à un « arsenal » de techniques très variées. Ces dernières appartiennent à des disciplines très différentes : biochimie, bactériologie, virologie et biologie moléculaire. Par ailleurs, ce savoir est transposable à de nombreux domaines : diagnostic médical, traitement des produits agro-alimentaires et contrôles environnementaux.

2. Au niveau scientifique

Avant de débiter toute expérimentation, il faut en premier lieu réaliser une recherche bibliographique. Celle-ci permet d'acquérir les connaissances générales relatives au domaine étudié. Au cours de cette première phase de travail, la quantité d'informations à assimiler est colossale. De plus, il faut ensuite mettre en place un système de « veille scientifique » pour être constamment au fait des dernières avancées du domaine.

La recherche bibliographique se fait principalement grâce aux articles scientifiques publiés dans des revues papier ou en format électronique sur Internet. Elle peut aussi s'effectuer grâce à la consultation d'ouvrages de référence détenus par les laboratoires ou les bibliothèques universitaires. Enfin, et c'est le plus passionnant, il y a les congrès et les colloques où les échanges sont directs et tout de suite beaucoup plus captivants.

3. Au niveau méthodologique

La rigueur est une des qualités majeures que j'ai développées au cours de ma thèse. Dorénavant, je ne laisse aucune place à des expérimentations approximatives. Les protocoles suivis sont toujours les mêmes pour effectuer des comparaisons valables. Par ailleurs, la moindre modification est consignée dans mon cahier de laboratoire. La rigueur dont je fais preuve au quotidien permet également une parfaite traçabilité de mes travaux.

L'autre aspect méthodologique qui, en certains points, rejoint la rigueur, c'est l'organisation du travail. J'ai développé une capacité à mener plusieurs travaux de front en ayant, auparavant, établi un planning bien détaillé. Il est impératif d'être capable d'explorer plusieurs pistes, étant donné qu'elles ne sont pas toujours assurées d'aboutir. Il est donc nécessaire de se ménager une ou des portes de sortie pour pouvoir au final présenter une étude complète du sujet. Ceci correspond en fin de compte à conduire à bien un projet en gérant les aléas qui surviennent.

4. Au niveau management

J'ai été responsable de deux étudiants : le premier était en stage de Master 1 (Bac + 4) pour deux mois et le second était en stage de Master 2 (Bac + 5) pour 6 mois. J'ai appris à gérer au quotidien les questions qu'ils pouvaient me poser concernant l'organisation du travail et l'exploitation de leurs résultats. Je me suis rendu compte qu'il n'existe pas une façon de manager mais qu'il faut l'adapter aux différents types de personnalités ! La difficulté réside dans le fait que mon cursus universitaire ne m'a pas préparé au rôle de manager. Pour pallier à cette lacune, j'ai effectué deux formations portant sur la communication interpersonnelle, le management de l'humain et la conduite de projet.

Ma seconde expérience en management fut l'année où j'ai été élue présidente de l'association des étudiants en sciences de la mer à Brest. Cette association a réalisé quatre gros projets en 2003-2004 : organisation d'un forum pour la vulgarisation des sujets de recherche des doctorants, formation d'une équipe pour la participation à la course croisière de l'Edhec, préparation d'un stand pour Brest 2004 et participation aux journées portes ouvertes de notre institut de recherche. J'ai été particulièrement impliquée dans l'organisation du forum. C'est à cette occasion que j'ai pu appréhender toutes les qualités à mettre en œuvre pour être responsable d'un projet : savoir se montrer rassurant et donner confiance en soi aux autres tout en insufflant de l'énergie pour dynamiser l'ensemble du groupe.

5. Au niveau personnel

C'est sur le plan personnel que ma thèse m'a le plus apporté. Lorsque j'étais une toute jeune doctorante, je parlais très peu et je n'allais pas vers les gens. Aujourd'hui, je n'ai plus cette appréhension et je me sens assez à l'aise pour aborder les personnes que ce soit dans la vie professionnelle ou dans la vie privée. Ainsi, mon quotidien se trouve enrichi par les échanges avec les autres. Je crois aux relations sincères qui sont de part le fait très solides et authentiques.

Ma thèse m'a permis de beaucoup pratiquer l'expression orale en public. Or, c'est une chose que je détestais au plus haut point. Et à force de présenter mes résultats devant un public divers et de contacter certains spécialistes pour établir des collaborations, ma timidité s'est peu à peu estompée. Aujourd'hui je peux parler devant une assemblée en étant relativement calme. Il persiste toujours une petite montée de stress avant chaque prise de

parole mais elle est l'équivalent du trac chez les artistes : elle donne l'énergie pour commencer puis se surpasser.

Une des qualités que j'ai également développée a été la diplomatie. En effet, compte tenu des différentes personnalités très marquées du laboratoire, il me fallait sans cesse composer pour arriver à un compromis acceptable. Cependant, j'ai été confrontée plusieurs fois à des situations de conflit où il était nécessaire de prendre position fermement. Ainsi, j'ai pu me rendre compte qu'il était indispensable d'allier, avec subtilité, diplomatie et ténacité.

Le fait d'aller travailler dans d'autres laboratoires, de rencontrer différentes personnes et de mettre sans cesse en œuvre de nouvelles techniques m'a permis de me rendre compte que je pouvais m'adapter rapidement à un nouvel environnement.

D'une manière générale, faire une thèse demande énormément de persévérance. C'est une excellente école de transformations des échecs en expériences. Ce concept implique un changement radical dans notre façon de considérer les événements mais il est beaucoup plus constructif.

IV. Résultats et impact de la thèse

1. Au niveau de la communauté scientifique

J'ai établi tout au long de ma thèse de nombreux contacts avec des scientifiques d'horizons différents. Le laboratoire pourra donc faire perdurer ces collaborations pour élargir son rayon d'action. Dans ce sens, j'ai permis un apport de compétences supplémentaires au sein de mon équipe.

Mon travail de thèse aura permis d'une part de mettre en évidence les axes de recherche qui sont à abandonner. En effet, certains aspects explorés se sont révélés peu rentables en comparaison de l'investissement humain et financier fourni. D'autre part, j'ai initié l'étude des virus hyperthermophiles soumis à de très fortes pressions (jusqu'à 400 fois la pression atmosphérique). Ce type d'expérimentation n'avait encore jamais été mené et sera très certainement un axe de recherche porteur de « scoops » scientifiques.

2. Au niveau économique

A défaut d'avoir mis en évidence une protéine thermostable, mon travail a initié la recherche de protéines produites uniquement en conditions de fortes pressions. Ce type de molécule pourrait trouver acquéreur chez les industriels. Il s'agirait alors plus particulièrement du secteur agro-alimentaire où certains produits sont décontaminés grâce à un traitement sous haute pression.

Par ailleurs, un des aspects de ma thèse à ne pas négliger est l'aspect environnemental. En effet, au niveau des sources hydrothermales, les bactéries sont l'équivalent des plantes vertes sur terre : elles produisent l'énergie nécessaire à tout l'écosystème. Ainsi, les virus que j'ai étudiés, en parasitant ou non les bactéries, font partie des éléments déterminants de l'harmonie du biotope.

3. Au niveau personnel

A l'issue de ma thèse et après la rédaction du nouveau chapitre, il m'apparaît maintenant de façon évidente que le travail de chercheur que j'envisageais est bien loin de la réalité. L'image du « rat de laboratoire » que nous avons souvent en tête est révolue. Il s'agit maintenant d'avoir, bien sûr, une bonne culture scientifique, de solides bases techniques mais avant tout des notions de management, de gestion de budget et de conduite de projet. Ce dernier aspect peut être intimidant car mal connu mais au travers de mes expériences, je réalise que cette facette du métier est très riche car elle a une dimension complètement humaine.

A la vue de ces considérations, je me destine désormais à une carrière de responsable de projet en milieu privé que ce soit dans le domaine agro-alimentaire, environnemental ou pharmaceutique. Je sais aussi qu'il me faudra changer d'entreprise car dans un futur proche, les contrats à durée indéterminée seront de plus en plus rares et le travail sera organisé en missions. La capacité d'adaptation sera donc primordiale.

Remerciements

Je voulais tout d'abord remercier Jean Francheteau, Directeur de l'Ecole Doctorale des Sciences de la Mer et du littoral, pour m'avoir encouragée à m'inscrire à la campagne « Valorisation des compétences – Un nouveau chapitre de la thèse » en ayant accepté de prendre en charge une partie de la rétribution du mentor que l'ABG m'avait attribué.

Je tiens aussi à remercier Philippe Bertheuil, mon mentor, pour l'attention toute particulière qu'il a témoigné vis-à-vis de la correction de ce nouveau chapitre de thèse.

Je remercie sincèrement Daniel Prieur, Nadège Bienvenu, Stéphane L'Haridon et Olivier Billant pour toute l'aide qu'ils m'ont apportée dans la rédaction de la partie «Evaluation et prise en charge du coût du projet ».