



Valorisation des Compétences

« Le **N**ouveau **C**hapitre de la **T**hèse® »

ou comment valoriser au mieux son expérience doctorale sur le marché de l'emploi



JUIN 2013



L'intelli'agence

<http://collegedoctoral.pres-suddefrance.fr/>

PRES
Sud de France
Pôle de Recherche et d'Enseignement Supérieur
Languedoc-Roussillon

Un outil de valorisation au service des doctorants... qui fait la différence

Ceux qui ont choisi de faire le NCT affichent leur volonté de valoriser leur savoir faire et de le faire savoir !

Les futurs docteurs ont compris l'intérêt de considérer leur thèse comme une expérience professionnelle de 3 ans au cours de laquelle ils ont développé des compétences pointues liées à leur spécialité mais aussi et surtout des compétences transversales et transférables.

Lors de ce travail, le doctorant analyse objectivement son expérience de thèse et souligne la plus value apportée par cette formation.

La mise en évidence de la « transférabilité » de son savoir faire lui permet de se projeter sur des postes variés notamment dans le secteur privé. Cet exercice d'analyse, de synthèse et de vulgarisation autour de la gestion du projet de thèse confirme la capacité du futur docteur à appréhender les enjeux multiples de son travail de recherche et à le communiquer dans un langage adapté à des interlocuteurs issus d'univers différents.

OBJECTIFS

Les doctorants sont amenés par une réflexion personnelle à :

- Analyser leur thèse dans une optique de projet professionnel
- Mettre en valeur leurs compétences professionnelles transversales
- Présenter leur travail de recherche à des acteurs du monde socio-économique
- Identifier des perspectives d'insertion professionnelle

MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Accompagnement individualisé assuré par un "mentor", consultant en ressources humaines et spécialiste du recrutement.
- Rédaction d'un document de synthèse (le "nouveau chapitre") et présentation devant un public de non-spécialistes.
- Formation courte et souple, équivalant à une semaine de travail répartie sur trois mois.
- Démarche pédagogique cadrée par un cahier des charges défini par l'Intelli'Agence

Le doctorat est reconnu au niveau international comme le plus haut grade universitaire débouchant sur une grande diversité de carrières professionnelles de cadres de haut niveau dans tous les secteurs d'activité. Que les jeunes docteurs visent le secteur public ou privé, leurs aptitudes professionnelles seront évaluées au regard de multiples critères propres à chaque organisme ou entreprise. Aussi sont-ils confrontés à la nécessité de valoriser sur le marché du travail toute l'expérience acquise au cours de la préparation de leur doctorat.

« Un nouveau chapitre de la thèse »[®] a été imaginé et expérimenté dès l'année 2000 par trois écoles doctorales en Sciences de l'Université, en partenariat avec l'Institut National des Sciences de l'Université du CNRS (INSU) et Intelli'Agence pour faciliter l'insertion professionnelle des docteurs. Il s'agit d'une formation destinée aux doctorants en cours de dernière année. Elle fait l'objet d'une marque déposée sous la responsabilité de l'Intelli'Agence. Cette formation répond à un cahier des charges précis et est soumise à une évaluation systématique. Son objectif est d'aider les futurs docteurs à faire le point sur les compétences et savoir-faire professionnels développés au cours de la préparation de leur doctorat et à se les approprier. Ceci constitue souvent un véritable "challenge" pour les doctorants qui éprouvent des difficultés à discerner et à mettre en avant des acquis tels que la conduite de projet, la gestion du temps, le montage de partenariats, etc.

L'originalité et la place du « nouveau chapitre de la thèse »[®] :

Cet exercice est un module de formation proposé par l'Intelli'Agence aux écoles doctorales pour les aider dans leur fonction de soutien à l'insertion professionnelle des jeunes docteurs.

L'une des originalités réside dans le fait que les doctorants qui se prêtent à cet exercice bénéficient d'un accompagnement personnalisé par un « mentor », professionnel extérieur au monde académique. Les "mentors", consultants spécialistes du recrutement proposés par les écoles doctorales, sont spécifiquement formés par l'Intelli'Agence à l'encadrement de ce travail. Leur regard extérieur aide les doctorants à identifier et à valoriser les acquis non scientifiques de leur doctorat.

La réflexion conduite par le doctorant avec l'aide du « mentor » débouche sur le *nouveau chapitre*. Document qui n'a pas de valeur académique, et peut être rédigé dans un style plus personnel que celui de la thèse et aisément compréhensible par des non-spécialistes du domaine de recherche. La réflexion donne également lieu à une présentation orale spécifique devant un public partiellement constitué de professionnels du secteur privé.

Sommaire

- ◆ [Julie COURRAUD](#) (SP-SA **Nutrition-santé** - UM1) : *Bioaccessibilité et pouvoir anti-oxydant de la vitamine A et des caroténoïdes : interaction potentielle avec le fer*
- ◆ [Olivier DELATTRE](#) (EMSTU **Chimie - Science des matériaux** - Université d'Orléans) : *Etude cinétique de la cristallisation de fontes verrières en présence de gradient thermique et d'agitation: application à la formation et à l'évolution des auto-creusets produits lors de la mise en oeuvre du procédé creuset froid*
- ◆ [Anne-Sophie DEVILLE](#) (SIBAGHE **EERGP - Evolution, Ecologie, Ressources Génétiques, Paléontologie** - UM2) : *Besoins énergétiques et distribution spatiale du Flamant rose (Phoenicopterus roseus). Conséquences de la reconversion des salins pour sa conservation*
- ◆ [Sahia DODO MAHAMAN BACHIR](#) (CBS2 **Biologie Santé** - UM1) : *Thérapie de l'audition: reprogrammer des cellules de soutien en cellules sensorielles*
- ◆ [Clara DOMBRE](#) (SP-SA **Biochimie, chimie et technologie des aliments** - UM2) : *Etude des propriétés barrières aux composés organiques volatils d'emballages en PET et influence sur la qualité organoleptique du vin*
- ◆ [Marek DUPUTEL](#) (SIBAGHE **ESA - Ecosystèmes et sciences agronomiques** - SupAgro) : *Facilitation de l'acquisition du phosphore dans une association céréale-légumineuse – Etude et modélisation physico-chimique des interactions rhizosphériques sous-jacentes*
- ◆ [Agota FODOR](#) (SIBAGHE **EERGP - Evolution, Ecologie, Ressources Génétiques, Paléontologie** - SupAgro) : *La sélection génomique appliquée chez Vitis vinifera L. subsp vinifera, évaluation et utilisation*
- ◆ [Charles HOFFMANN](#) (SMH **Sciences du Mouvement Humain - Montpellier** - UM1) : *Stabilisation informationnelle du Couplage Locomotion-Respiration*
- ◆ [Vivien MARMELAT](#) (SMH **Sciences du Mouvement Humain - Montpellier** - UM1) : *Appariement des structures temporelles de deux systèmes complexes couplés : perspectives de réhabilitation d'un système déficient*
- ◆ [Julien METROT](#) (SMH **Sciences du Mouvement Humain - Montpellier** - UM1) : *Rééducation bi-manuelle du membre supérieur hémiparétique : vers la robotique et les serious games*
- ◆ [Vilianne NTSAME GUILLENGUI](#) (I2S **Electronique** - UM2) : *Les Plasmons de Surface : de nouveaux concepts pour les composants opto-électroniques Infrarouge à base d'Antimoine*
- ◆ [Ophélie ROBINEAU](#) (TTSD **Géographie et aménagement de l'espace** - UM3) : *Gouvernance territoriale des pratiques agricoles en milieu périurbain : cas de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso*
- ◆ [Nicolas VIRLET](#) (SIBAGHE **BIP - Biologie Intégrative des Plantes** - SupAgro) : *Capacités d'adaptation du pommier (Malus domestica Borkh) aux contraintes abiotiques de sécheresse et/ou de température de l'air : phénotypage d'une descendance hybride pour l'efficacité de l'eau*
- ◆ [Jennifer YEGHICHEYAN](#) (TTSD **Sociologie** - UM3) : *Accueillir les proches de détenu(e)s : la prison vue autrement Enquête ethnographique sur les lieux d'accueil et analyse sociologique des enjeux socio-politiques*

Valorisation des compétences, NCT®

Julie Courraud

ÉCOLE DOCTORALE

SCIENCES DES PROCÉDES – SCIENCES DES ALIMENTS

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER I

Encadrée par Nathalie Camus

**Un projet complexe et ambitieux né
d'une formation composite et d'un
profil inscrit dans la transversalité**

Présenté le 20 juin 2013

**Sujet académique de la thèse : Stabilité et des caroténoïdes et
rétinoïdes pendant la digestion et intérêt de la micellisation des
lipides dans la résistance au stress oxydant postprandial**

Nom du directeur de thèse : Sylvie Avallone

Date de soutenance de la thèse : 25 septembre 2013

1- Cadre général et enjeux de ma thèse

Alimentation et santé, une problématique mondiale

La vitamine A et les caroténoïdes sont connus pour leurs fonctions biologiques variées et un apport alimentaire suffisant est nécessaire à une bonne santé. En effet, les pathologies associées à une carence en vitamine A (produits animaux) ou en caroténoïdes (produits végétaux) représentent un réel problème de santé publique dans de nombreux pays. Ces deux familles de molécules sont liées, car les caroténoïdes peuvent se convertir en vitamine A indispensable dans la vision et l'immunité, et ces deux familles sont dites antioxydantes (sujet à débat).

Deux types de populations sont donc concernés. D'un côté les populations qui n'ont pas accès aux produits d'origine animale sont concernées directement du fait d'un manque d'apport en vitamine A. Sans un apport de caroténoïdes par les fruits et légumes, elles subissent des troubles de la vision et de l'immunité. Les populations qui adoptent une alimentation excédentaire, mais généralement monotone, sont touchées de manière indirecte, car la vitamine A et les caroténoïdes sont également des antioxydants qui contribueraient à la lutte contre les maladies cardio-vasculaires, le diabète et le cancer notamment. Mon travail s'est inscrit dans ces deux approches en ciblant le comportement de ces vitamines pendant la digestion, étape commune aux deux populations.

Actuellement différentes stratégies sont mises en place pour lutter contre la carence en vitamine A et impliquent différentes sources, comme les aliments ou les suppléments. Du point de vue de la digestion, doit-on privilégier la consommation d'aliments ou la distribution de comprimés pour répondre aux besoins ? Les études menées en laboratoire avant les interventions chez l'homme ont justement pour but de déterminer les conditions optimales à observer chez l'homme. Aujourd'hui, il manque des connaissances fondamentales autour de la digestion des différentes sources de vitamine A, questions sur lesquelles je me suis penchée.

Pour cette première population, les enjeux sont donc à la fois sociétaux et économiques. Favoriser la consommation d'aliments localement accessibles présente une solution plus pérenne et valorisante pour les populations, que de favoriser une dépendance à des produits de supplémentation. En découlent des enjeux économiques. D'un côté, des économies peuvent être faites si on réduit les achats de suppléments. De l'autre côté, une politique d'éducation nutritionnelle des populations doit être développée pour assurer de meilleurs apports en vitamines. Bien qu'une telle politique ait un coût certain, il faut prendre en compte l'intérêt global et à long terme de l'éducation nutritionnelle qui dépasse la question même de la carence en vitamine A (impact sur la santé publique).

Pour la seconde population, la problématique de malnutrition par excès concerne plutôt les pays « occidentalisés ». On sait qu'une alimentation grasse et sucrée favorise un état délétère de « stress oxydant » après un repas, qui contribue au développement de nombreuses maladies comme les maladies cardio-vasculaires, le diabète ou les cancers. Une fois de plus, les études chez l'homme ne suffisent pas pour comprendre ces processus et il est impératif de développer de nouvelles approches au laboratoire. À ce jour, les études *in vitro* sur le stress oxydant ne se sont pas particulièrement penchées sur les réactions en jeu pendant la digestion. En effet, les aliments peuvent être extrêmement variés et les nombreuses sécrétions de l'organisme augmentent la complexité du système. L'enjeu de mon travail a donc été de développer un modèle pertinent et complètement inédit d'étude du pouvoir antioxydant des caroténoïdes au niveau intestinal.

Deux approches fédérées autour de mon projet

Une unité de recherche mixte en évolution

Ma thèse s'est déroulée dans une unité mixte de recherche entièrement publique et scindée entre deux équipes à l'IRD (carences en micronutriments) et une équipe à l'hôpital (malnutrition par excès).

Mes travaux de recherche se concentrant sur un point commun aux deux établissements (la digestion des vitamines), ils présentaient également l'intérêt de développer des collaborations internes, répondant ainsi aux objectifs d'évolution de notre UMR.

Un projet pertinent et innovant au regard de l'avancement de la recherche

Les équipes en France qui travaillent sur les thématiques de carences en vitamines dans les pays « du sud » sont peu nombreuses mais sont des références internationales sur certains aspects. Afin d'orienter mon projet sur des questions innovantes, j'ai su à la fois m'inspirer de cette expertise proche et me situer dans un champ d'action spécifique plutôt complémentaire que réellement concurrentiel.

En revanche, la thématique de stress oxydant fait l'objet de plus d'attention à l'international mais la complexité du sujet digestif semble freiner le développement de nouveaux projets sur ce sujet en particulier. Les équipes qui travaillent sur des thématiques proches (oxydation des aliments pendant la conservation, oxydation des médicaments...) étant plus nombreuses, j'ai extrait les informations pertinentes et transférables à mon sujet. J'ai ensuite interagi avec plusieurs chercheurs français et étrangers pour valider le caractère inédit de mes hypothèses à la fois ambitieuses mais réalistes.

Une mosaïque de compétences mobilisée pour une collaboration multi-sites

Ma directrice de thèse étant spécialiste des études alimentaires de laboratoire et de l'analyse de vitamines, son expertise combinée à mon dynamisme furent les deux ingrédients clés de la conduite efficace de la partie « carences » du projet.

Compte tenu du caractère inédit des questions de recherche abordées dans la partie « excès » et de la communauté scientifique éparse sur ce sujet, j'ai construit mon propre savoir-faire à partir de la littérature scientifique et de mes connaissances scientifiques générales, auxquelles ma directrice a également contribué. J'ai bénéficié, ponctuellement et à ma demande, de l'expertise du responsable de la thématique. Cette partie du projet s'inscrivant dans une problématique composite et transversale, j'ai dû faire preuve de persévérance et d'un fort esprit de synthèse pour collecter les informations de sources et de qualité très variées.

Sur ce point de la recherche bibliographique, essentielle pour les deux parties du projet, j'ai à la fois optimisé mes recherches et ma gestion documentaire par le biais de formation (et surtout d'auto-formation). En effet, consciente de la nécessité d'élargir mon champ de recherche à de la littérature très fondamentale, je ne me suis pas cantonnée aux méthodes classiques de veille proposées. Je me suis souvent déplacée pour accéder à des publications archivées dans plusieurs sites de la ville (voire à l'extérieur), prenant contact avec de nombreux documentalistes.

D'un point de vue technique, j'avais à ma disposition du matériel analytique performant mais avec des méthodes à ajuster à mes expériences. Ne souhaitant pas alourdir le budget de mon unité, j'ai profité de ces mises au point techniques pour minimiser les coûts des analyses en m'adaptant au matériel déjà disponible. Lorsqu'il a manqué un appareil de mesure de la taille des nanoparticules, donnée essentielle pour valider mon modèle, j'ai développé une nouvelle collaboration pour y avoir accès gratuitement (contact proposé par ma directrice). J'ai rapidement fait preuve d'autonomie dans l'utilisation de cet appareil et l'interprétation de ces

nouvelles données. J'ai ponctuellement pu bénéficier de l'expertise du chercheur physico-chimiste responsable qui a validé mon approche et a participé à la réflexion sur l'exploitation des résultats. J'ai ainsi collaboré avec quatre équipes sur quatre sites différents entre lesquels de naviguais selon les expériences à mener (je devais parfois aller sur tous les sites le même jour).

Une démarche validée par les pairs et source de nouvelles collaborations

Parmi le réseau sollicité pour le projet, j'ai bénéficié de contacts de mon unité dans une équipe d'Avignon apportant des avis scientifiques pertinents lors du bilan à mi-parcours. Pour les aspects particuliers à la validation de méthode analytique, j'ai fait appel à mon réseau hospitalier et pharmaceutique spécialisé dans le domaine. J'ai également moi-même développé ce réseau de manière indépendante, notamment sur la partie transversale du projet. J'ai échangé avec des experts étrangers lors de congrès internationaux où j'ai présenté mes travaux. J'ai également contacté spontanément des chercheurs français par e-mail ou par téléphone avec lesquels j'ai eu des discussions riches d'idées scientifiques et techniques. Ces rencontres m'ont permis de valider ma démarche et de confirmer son caractère innovant. Enfin, j'ai élargi le cadre d'une collaboration initialement limitée à l'accès à du matériel, en invitant le chercheur physico-chimiste responsable à participer à la valorisation des résultats.

Mon approche personnelle du projet

Mon choix de professionnelle de santé de travailler dans la recherche en nutrition

J'ai voulu faire une thèse pour découvrir le milieu de la recherche qui m'a toujours intriguée. Mon choix de faire la fac de pharmacie a été déclenché en partie par un chercheur. Puis j'ai choisi l'internat car je souhaitais rester en contact avec la réalité de la santé, le milieu hospitalier. Finalement lorsque j'ai eu le choix entre de la pharmacie hospitalière classique, l'industrie ou la recherche, il m'est apparu évident que je devais tenter la recherche. Pour m'inscrire en thèse, je devais valider master 1 et 2. J'ai choisi de terminer mon master 1 avec une unité de nutrition car j'ai toujours été intéressée par cette matière pourtant très peu enseignée en pharmacie. J'aime aller sur des terres inexplorées par ma formation.

Ma thèse s'inscrit donc au sein de la filière de recherche de l'internat en pharmacie et me permet d'avoir le double diplôme de Docteur en pharmacie (à valider à part par une thèse d'exercice) et de Docteur en sciences.

J'aime le côté très concret de la nutrition qui nous touche tous quotidiennement. Je pense que cette discipline est un point clé de notre santé et que nous devons la replacer au centre de nos stratégies de lutte contre de nombreuses maladies, aussi bien en préventif qu'en curatif.

Mon rôle clé dans la définition et la conduite de ce projet

Lors d'études préliminaires, j'avais mis en évidence des possibilités de collaboration fructueuse entre deux équipes éloignées. J'ai donc proposé la poursuite de la collaboration autour de ce projet ambitieux de recherche sur 3 ans dont la transversalité m'est apparue au fur et à mesure comme un atout et l'occasion d'élargir mon champ de compétences. J'avais choisi de conserver la double approche (carence et excès) pour rester proche de la recherche hospitalière et de la problématique « pays du nord » plus souvent abordée dans nos équipes de recherche. En effet, malgré les obstacles auxquels j'ai été confrontée, je reste convaincue qu'un sujet de thèse restreint à une seule thématique ne m'aurait pas permis d'apprendre autant en termes techniques et personnels. J'ai ainsi développé des compétences organisationnelles et managériales conséquentes : je me suis formée autant au développement analytique, qu'à la compréhension chimique et physique de mon modèle. Je ne me suis pas cantonnée à une

approche superficielle et ai ainsi soulevé des questions fondamentales pour l'étude de l'oxydation des lipides au niveau intestinal par exemple.

2- Déroulement, gestion et coût estimé de mon projet

Préparation et cadrage du projet

Des facteurs de succès et des obstacles franchis

Réussir au concours de l'internat en pharmacie m'a permis de bénéficier de 4 ans de financement pendant lesquels je pouvais me consacrer à mon projet professionnel. Après 1 an d'expérience hospitalière très enrichissante (validation des prescriptions et analyses toxicologiques), j'ai pu commencer ma carrière dans la recherche. Avoir un financement est un atout majeur pour débiter dans le domaine et j'ai ainsi pu choisir l'équipe qui correspondait à mes passions.

J'ai choisi cette unité de recherche car la nutrition m'intéresse particulièrement et je suis convaincue de l'intérêt de cette spécialité transversale pour mon avenir professionnel et pour l'amélioration de la santé des populations. Ma motivation et les premiers résultats positifs obtenus en master 2 représentaient des facteurs de succès m'encourageant à poursuivre sur une thèse. Le caractère innovant de mon projet donnait alors une nouvelle dimension à la collaboration que j'avais initiée. J'ai pu relever ce véritable challenge grâce à mes capacités d'analyse, à ma rigueur, à ma pugnacité et à ma forte capacité d'adaptation.

En effet, les équipes réunies par ce projet étaient physiquement éloignées et se distinguaient par les populations habituellement ciblées (pays « du nord » vs pays « du sud »). Par conséquent, il a fallu surmonter les divergences d'approche et fédérer autour d'objectifs communs. Ma formation d'interne en pharmacie m'avait déjà appris à considérer la santé dans sa transversalité et j'ai su l'appliquer dans le milieu de la recherche bien que mon équipe n'ait jamais accueilli d'interne en pharmacie.

Par le biais des gardes de nuit à l'hôpital, ce statut m'a également permis de tisser d'autres liens dans le milieu hospitalier et d'y trouver conseil. Bien que devant y consacrer un temps non négligeable tout au long des 4 ans d'internat, j'ai tiré profit de mon expérience hospitalière en me focalisant sur des travaux analytiques contribuant à l'amélioration de mes compétences techniques utiles pour mener à bien la thèse. La surcharge administrative a été également compensée par une certaine indépendance et par l'accès à des ressources complémentaires (matérielles et scientifiques).

Des initiatives pour un financement composite et des perspectives

Afin d'anticiper le financement de ma dernière année de thèse, j'ai rapidement élaboré un calendrier des réponses à préparer pour candidater à de nombreuses subventions. J'ai sélectionné les bourses et appels à projet de fondations correspondant à ma thématique et j'ai déposé 5 dossiers de financement, malgré la concurrence considérable. Bien que chronophages, ces dossiers m'ont permis de faire le point sur mes hypothèses et questions de recherche, clarifiant ainsi mes prochaines lignes d'action. Grâce à l'obtention d'un financement j'ai pu participer à un congrès international pendant lequel j'ai développé mon réseau et trouvé des réponses à certains points litigieux.

De plus, j'ai accepté une mission parallèle pour la Région (rédaction d'un rapport de 50 pages sur les aspects nutritionnels de l'huile de palme) afin d'embaucher une technicienne (2 mois à

temps plein) avec qui j'ai travaillé en binôme sur une nouvelle problématique. Bien que n'entrant pas directement dans le cadre de mon projet, cette synthèse bibliographique sur l'huile de palme m'a donné une expérience en analyse des données épidémiologiques à laquelle je n'avais pas encore été sensibilisée. Par ce biais, j'ai également pu approfondir mes connaissances sur les facteurs de risque liés aux pathologies également impliquées dans mon projet.

Enfin, pour financer la période de rédaction de ma thèse, j'ai négocié un emploi à mi-temps dans une structure de recherche clinique en cancérologie. Ayant l'avantage de m'assurer un salaire et de bonnes conditions de travail pour la finalisation du projet, cela m'a également permis d'élargir mon champ de compétences en vue de préparer la suite de ma carrière professionnelle. En effet, j'ai pu m'initier à la recherche clinique dont la mise en œuvre est la poursuite logique de la recherche fondamentale (en laboratoire). J'ai ainsi pu me positionner sur un poste à mon image : très transversal et proposant de nombreuses possibilités d'évolution, notamment dans le développement d'une recherche plus collaborative resserrant les liens entre laboratoires et pratique clinique.

Conduite du projet

Tout au long de la conduite de mon projet, j'ai employé de nombreux outils me permettant d'anticiper et d'organiser ses différentes composantes.

J'ai organisé des réunions et des présentations avec mes directeurs de thèse et les autres chercheurs susceptibles d'être impliqués ou intéressés par le projet. Les principales questions de recherche et objectifs à atteindre ont été validés lors d'un premier comité de thèse. J'ai organisé un deuxième comité pendant la deuxième année en présence d'une chercheuse d'Avignon. Cela m'a permis de présenter mes hypothèses scientifiques et de discuter de la nouvelle approche à donner à mes résultats inattendus. J'ai également pu tester mes connaissances (en répondant aux questions) et m'assurer que je maîtrisais le sujet et avais su anticiper les questions scientifiques.

J'ai établi des calendriers d'actions à mener, plus particulièrement sur la période de rédaction où j'ai suivi de près le temps consacré à la finalisation de mon projet ainsi que le temps consacré à mes nouvelles missions en recherche clinique.

J'ai régulièrement communiqué sur l'avancement des mises au point et des résultats obtenus par le biais de présentations et de rapports écrits. J'ai noté les détails de mes expériences au jour le jour sur un cahier de laboratoire et ai développé des fichiers informatiques de compilation des résultats et de comparaison des protocoles publiés dans la littérature. Pour optimiser la gestion pratique de ces expériences, j'ai mis au point des plannings d'utilisation des appareils, de suivi des stocks de produits, des modèles de bon de commande entre autres.

Certaines questions requérant une collecte étendue d'articles bibliographiques, je me suis formée à l'utilisation d'un logiciel permettant la gestion et le partage de références. J'ai non seulement pu faire bénéficier mes collègues de cette littérature, mais ai également gagné un temps considérable dans la rédaction de mon manuscrit et l'interprétation des résultats au regard de l'état de l'art.

Ma progression et la progression du projet de thèse se sont développées en parallèle l'une de l'autre et en interaction constante avec ma maîtrise des outils, comme présenté sur le schéma ci-dessous. Ma progression scientifique représente les savoirs mobilisés et acquis : les résultats scientifiques obtenus et les connaissances développées par et pour le projet mais aussi par le biais d'activités parallèles. Ma progression sociale et managériale représente le savoir-être, les compétences collaboratives, ma personnalité de chercheuse et de chef de projet. Enfin, ma progression technique correspond aux savoir-faire, à mes compétences pratiques à la fois spécialisées et transférables. Ces trois facettes évoluent souvent ensemble.

Parmi les points forts de ma gestion de projet (en orange sur le schéma), j'ai choisi de mettre en avant ceux regroupant de multiples interconnexions. Par exemple, l'avancée de mon unité a été impactée par ma progression personnelle, ma capacité à valoriser mes résultats et à développer le réseau autour du projet. De plus, mes diverses activités parallèles (en vert sur le schéma) m'ont permis à la fois de bénéficier de conseils, mais également d'enrichir mes compétences, tout en améliorant les contraintes financières. Enfin, une des spécificités de mon projet fut le besoin important de références et ressources bibliographiques. Afin d'optimiser la prise en charge de cet aspect, je me suis formée à de nouveaux outils. Cette maîtrise importante des outils informatiques fut essentielle dans l'optimisation de mon projet et m'apporte actuellement une forte adaptabilité.

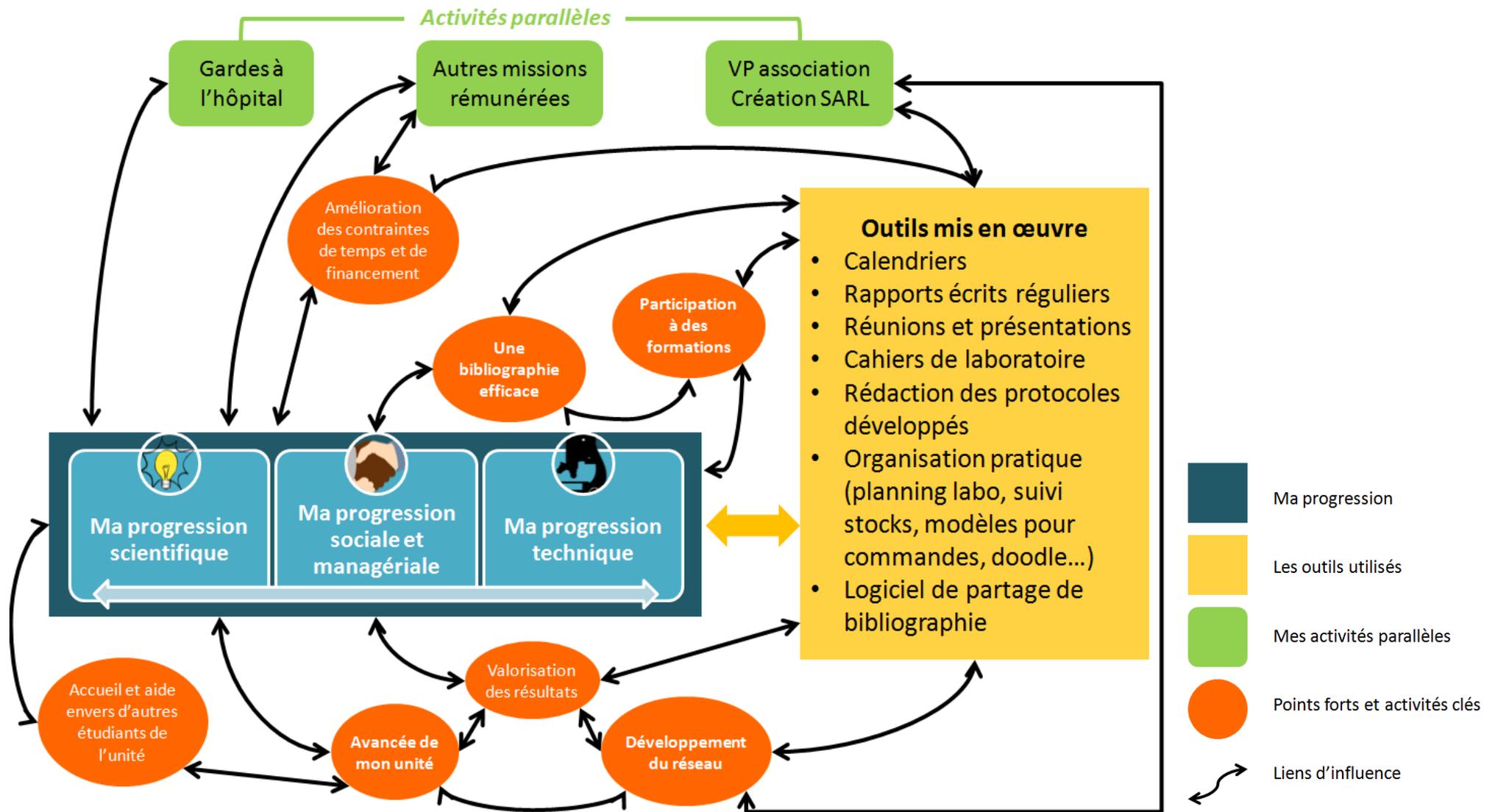


Schéma représentant la gestion du projet : un tout intégrant les connexions multiples entre les outils utilisés (en jaune), la progression de mes compétences (en bleu), les activités clés et points forts du projet (en orange), et mes activités parallèles (en vert).

Estimation et prise en charge du coût du projet

Ce projet audacieux a mobilisé certaines ressources humaines et matérielles. J'ai été le moteur principal de toutes les actions menées et sous l'encadrement de mes deux directeurs de thèse. Les ressources matérielles ont été choisies avec soin pour une utilisation optimisée du budget.

En tant qu'interne en pharmacie en filière recherche, mon salaire a été versé par l'ARS (Agence Régionale de Santé) du Languedoc Roussillon. Mes encadrants étaient rattachés en partie à l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement), à l'université de Montpellier et à l'école SupAgro. Le salaire de Krishna, technicienne, a été financé via une de mes activités parallèles.

La plupart des autres dépenses ont été prises en charge par l'IRD en tant qu'établissement hébergeur de notre unité de recherche ou par l'unité de recherche elle-même (budget alloué aux équipes et provenant de différents organismes). Parmi les autres sources de financement de mon projet de thèse, on peut noter l'université de Montpellier pour les abonnements aux revues scientifiques notamment, les écoles doctorales pour les formations auxquelles j'ai assisté, la Société Française de Nutrition pour un congrès (bourse obtenue sur dossier à ma demande), l'unité de recherche AIME (Agrégats, Interfaces et Matériaux pour l'Energie) pour les mesures nanométriques et également ma propre contribution pour les déplacements, l'inscription à la faculté et les frais relatifs à la soutenance de thèse. Le détail du budget est présenté ci-dessous.

				Coûts totaux (euros TTC)			
Nature de la dépense	Détails		Nombre d'unités	Coût unitaire moyen	Quote-part utilisation	Total	
1	Ressources Humaines						
1.1	Doctorant	Salaire brut	mensuel	36	2 750	85%	84 150
		Cotisations	mensuel	36	825	85%	25 245
1.2	Encadrant 1	Salaire brut	mensuel	36	5 128	15%	27 691
		Cotisations	mensuel	36	1 538	15%	8 307
1.3	Prime Encadrement		annuelle	3	3 500	15%	1 575
1.4	Encadrant 2	Salaire brut	mensuel	36	3 700	15%	19 980
		Cotisations	mensuel	36	1 110	15%	5 994
1.5	Technicienne	Salaire brut	mensuel	2	1 800	100%	3 600
		Cotisations	mensuel	2	540	100%	1 080
Sous-total Ressources Humaines							177 623
2	Consommables						
2.1	Fournitures expérimentales	séries oxydations nano-émulsions (9-36 tubes)		106	5	100%	530
		nano-émulsions		96	10	100%	960
		dosage malondialdéhyde		302	5	100%	1 510
		dosage acide gras		544	15	100%	8 160
		mesure nanosizer		250	2	100%	500
		extractions vitamines		910	8	100%	7 280
		mesures HPLC vitamines		1 015	5	100%	5 075
		mesures spectrophotométrie		300	2	100%	600
		digestion <i>in vitro</i>		300	3	100%	900

	séries oxydations LDL (7-12 cuves)		12	15	100%	180
2.2	Fournitures de bureau	cahier de labo	2	2	100%	4
		classeurs et feuilles	5	5	100%	25
Sous-total Consommables						25 724
3 Infrastructures						
3.1	Entretien, gardiennage, secrétariat	sur 1000 personnes à l'IRD	mensuel	36	5 000	0.1% 180
3.2	Loyers des locaux	bureau 10m ²	mensuel	36	150	50% 2 700
Sous-total Infrastructures						2 880
4 Matériel (amortissements)						
4.1	Matériel d'expérimentation	HPLC		1	80 000	5% 4 000
		spectrophotomètre		1	4 000	0.5% 20
		sonicateur		1	4 000	0.1% 4
		HPPS nanosizer		1	30 000	0.1% 30
4.2	Ordinateur de bureau	Portable Dell		1	2 000	60% 1 200
4.3	Logiciels de bureau	Licence Endnote		1	350	50% 175
Sous-total Matériel						5 429
5 Déplacements						
5.1	Déplacements entre sites	voiture personnelle	AR = 6km	250	3	100% 750
5.2	Congrès en France	Effost 2012		1	500	100% 500
5.3	Congrès à l'étranger	FENS 2011		1	500	100% 500
Sous-total Déplacements						1 750
6 Formation						
6.1	Formations	MED	heures	200	70	100% 14 000
6.2	Autres frais	inscription UFR	annuelle	3	700	100% 2 100
Sous-total Formation						16 100
7 Documentation et communication						
7.1	Affranchissements, Internet, téléphone		mensuel	36	30	100% 1 080
7.2	Publicité, communication, impressions	Poster		1	50	100% 50
7.3	Documentation (périodiques, livres, bases de données, bibliothèque, etc.)	abonnement revues articles		1 500	3,6	100% 5 400
7.4	Manuscrits de thèse	200 pages, reliure collée		10	25	100% 250
Sous-total Documentation et communication						6 487
8 TOTAL						236 041

3- Compétences, savoir-faire, qualités professionnelles et personnelles

Les actions menées dans le cadre du projet peuvent être synthétisées dans la mission principale intégrant l'objectif et les moyens majeurs mis en œuvre. Celle-ci se décline en missions thématiques plus détaillées regroupant une série d'opérations. Pour chaque mission, j'ai sélectionné deux compétences personnelles déployées, en les illustrant par un exemple.

Mission principale :

Développement de méthodes innovantes appliquées à l'étude *in vitro* des interactions lipides-micronutriments en digestion par le biais d'une maîtrise des outils de veille scientifique et le déploiement de collaborations multi-sites.

Mission 1 : veille documentaire, outils logiciels et définition des questions de recherche

- **choix d'outils de veille scientifique et de gestion bibliographique adaptés au projet** (Zotero, Endnote, Zim, ISI Web of Knowledge, Netvibes, Dropbox, Wuala online storage...)
- formation sur l'utilisation optimale de ces outils
- recherches bibliographiques sur le sujet de recherche (travaux et méthodologies publiées), sélection et synthèse des informations
- **formulation de questions de recherche pertinentes**
- **définition des paramètres et modèles à étudier pour répondre aux questions de recherche**
- mise à jour régulière sur la littérature et minimisation du temps consacré aux tâches répétitives

→ **Savoir-être développés :**

- ✓ **Autonomie et optimisation** : j'ai cherché et me suis formée moi-même aux outils nécessaires à l'optimisation de mon temps et de mon organisation
- ✓ **Esprit critique et de synthèse, maîtrise du contexte scientifique délicat** : j'ai pris en main un sujet inédit dans mon unité et en me basant sur la littérature scientifique et sur mes bases. Mon esprit de synthèse ainsi qu'une approche critique m'ont permis de trouver les questions innovantes et pertinentes auxquelles j'étais en mesure de répondre.

Mission 2 : gestion de projet et d'équipes

- **Constitution d'un cahier des charges, estimation du temps, du coût et des collaborations envisageables**
- management de l'équipe de travail et répartition des tâches
- organisation de l'usage et des réparations des appareils et du matériel
- gestion des stocks de consommables et des commandes de produits
- **initiation et entretien de collaborations entre les équipes (participation et organisation de réunions et séminaires)**
- **gestion d'imprévus**
- recherche et candidature pour des financements

→ **Savoir-être développés :**

- ✓ Capacité d'anticipation et d'adaptation : pour évaluer la faisabilité du projet, j'ai établi un cahier des charges et ai cherché comment adapter les outils disponibles à mon projet. De plus, afin d'assouplir les contraintes de temps et de financement, je me suis dégagé du temps pour mener des activités parallèles rémunérées permettant d'enrichir l'équipe d'une technicienne qui a travaillé 2 mois sur le projet.
- ✓ Force de négociation : j'ai canalisé des idées humainement et scientifiquement divergentes en avançant des arguments forts basés sur un gain de temps, d'argent ou sur leur pertinence scientifique en regard de la littérature

Mission 3 : mise au point de méthodes d'analyses et de modèles de nutrition *in vitro*

- conception de méthodes *in vitro* innovantes, pérennes et pertinentes
- écriture, test et amélioration des protocoles
- adaptation du matériel disponible
- résoudre les problèmes techniques
- **validation simple ou poussée de la méthode (robustesse, reproductibilité, répétabilité...)**
- traçabilité des expérimentations par la rédaction d'un cahier de laboratoire
- transmission des méthodes au sein des équipes concernées
- **valorisation des méthodes dans la littérature et dans le privé par un transfert de connaissances**

→ **Savoir-être développés :**

- ✓ Rigueur scientifique et technique : afin de mettre au point des méthodes pérennes et transférables, j'ai rédigé avec précisions les protocoles. Pour limiter les coûts, j'ai mis au point des méthodes manuelles nécessitant une rigueur technique particulière.

Mission 4 : interprétation et présentation des résultats

- recueil de données brutes, organisation et exploitation des données
- interprétation au regard des objectifs et réflexion sur les perspectives
- reformulation des questions de recherche en accord avec les résultats
- confrontation avec la littérature actuelle
- développement du réseau professionnel permettant de valider les hypothèses
- synthèse et communication des résultats au sein des équipes (**vulgarisation**) et en congrès internationaux
- rédaction d'articles scientifiques en collaboration
- **soumission et correction des publications**
- **maitrise de l'anglais scientifique**

→ **Savoir-être développés :**

- ✓ Autonomie et esprit de synthèse : je me suis formée seule aux outils de traitement de données et ai ensuite synthétisé les principaux résultats afin d'en extraire le sens et de reformuler, si besoin, les questions de recherche. J'ai également vulgarisé mes résultats afin qu'ils soient compréhensibles par mes collègues novices du domaine.
- ✓ Ouverture scientifique et linguistique : grâce à ma maitrise de l'anglais à l'oral et à l'écrit, j'ai confronté mes résultats à l'avis d'experts internationaux qui ont validé ou invalidé mes pistes de recherche.

4- Résultats, impact de ma thèse

Pour chaque mission thématique précédemment citée correspondent des résultats obtenus. J'ai voulu que chacun de mes efforts pour répondre à mes questions de recherche soient utiles pour mon unité et pas seulement pour moi. C'est pourquoi j'ai toujours cherché à leur donner une dimension pérenne.

Résultats

Mission 1 : Mes compétences en veille bibliographique, gestion documentaire et ma maîtrise des outils logiciels ont assuré

- un gain de temps et d'efficacité via le partage avec mes collaborateurs des outils et astuces développées,
- la compréhension du sujet par les différentes équipes qui ont contribué à la réflexion commune

Mission 2 : La gestion efficace de mon projet m'a permis d'obtenir

- l'accès à du matériel innovant utile au projet,
- des résultats intéressants et dont la portée dépasse les questions de recherche initiales,
- un budget pour un congrès international,
- un financement pour salarier une technicienne à temps plein pendant 2 mois.

Mission 3 : L'approche que j'ai adoptée lors des mises au point techniques a abouti

- au développement de nombreuses méthodes et modèles fiables, de coût limité et transférables pour l'équipe.

Mission 4 : Mes capacités de synthèse, d'interprétation, et de communication des résultats ont été essentielles

- dans l'obtention de résultats pertinents pour la communauté scientifique et leur valorisation par deux articles en premier auteur ;
- lors de la rédaction d'une revue bibliographique pour la Région ;
- à l'amélioration de la visibilité du laboratoire ;
- au développement de mon réseau professionnel ;
- et à l'enrichissement des compétences de l'équipe, permettant ainsi une ouverture des questions de recherche pour l'avenir de l'unité.

Mes résultats scientifiques ont également un impact sur la Recherche et contribuent à l'élaboration des politiques nutritionnelles.

Dans la première partie de ma thèse, mes travaux soulignent la sensibilité de certaines vitamines pures à l'acidité de l'estomac, ce qui peut avoir des conséquences sur les recommandations à donner aux patients (prendre le comprimé au milieu d'un repas par exemple). De plus, les mêmes substances, lorsqu'elles sont issues d'aliments naturels, sont protégées et potentiellement mieux absorbées. Mes résultats étayaient ainsi les stratégies nutritionnelles orientées vers la consommation d'aliments riches en vitamines plutôt que vers la

supplémentation en vitamines, et soulignent l'importance de comparer les différentes formulations disponibles sur le marché avant de lancer des études chez l'homme. Dans ma deuxième partie de thèse, j'ai développé un modèle inédit d'études de la dégradation des lipides au niveau intestinal. Mes résultats contribuent à la compréhension de ces mécanismes complexes et invitent les chercheurs à mieux considérer l'importance de la formulation et de la structure des émulsions utilisées dans leurs expériences. J'ai également pu mettre en évidence l'intérêt des vitamines comme protection contre la dégradation des lipides.

5- Identifications de mes pistes professionnelles

Forte de mon expérience hospitalière et de recherche, j'envisage plusieurs pistes professionnelles choisies pour leur transversalité fondamentale-clinique et leur applicabilité à de nombreux domaines de la santé. Je souhaite continuer dans des activités riches de collaborations, d'échanges internationaux et dans lesquelles les connaissances et la littérature scientifiques restent essentiels. J'ai donc sélectionné deux offres d'emploi correspondant aux postes considérés et pour lesquels j'ai sélectionné deux de mes compétences représentant à mon sens des atouts substantiels.

Conceptrice – rédactrice scientifique et médicale

Secteur d'activité : établissements de santé et de recherche

Exemples d'entreprises : CHU, laboratoire pharmaceutique

Descriptif :

Intégré(e) au sein de l'équipe des directeurs de clientèle, le concepteur-rédacteur scientifique réalise des projets de communication validés par les clients

Missions :

- La recherche et la sélection de données cliniques, bibliographiques et documentaires pertinentes
- La conception-rédaction de contenu scientifique, supports promotionnels, documents pédagogiques et médicaux, de brochures patient
- La relecture, la correction et l'enrichissement de documents scientifiques pouvant être rédigés par d'autres rédacteurs médicaux
- La rencontre de leaders d'opinion et l'échange avec eux
- Le suivi de certains projets en direct avec les clients

Dans un second temps l'activité pourra s'étendre. Participer à la constitution de boards d'experts adaptés aux problématiques posées, préparer, animer et assurer le suivi des réunions d'experts, puis exploiter les données scientifiques des experts dans un but de communication pourront devenir de nouvelles missions.

En collaboration avec les chefs de projet, le concepteur-rédacteur scientifique aura un rôle de suivi pour la phase de mise en forme graphique (édition/printing), et technique (web-conférence, vidéo), des dossiers qu'il aura conçus.

Profil de poste :

- Formation scientifique ou médicale
- Excellentes capacités de rédaction

- Excellente capacité de synthèse d'informations scientifiques multiples et complexes
- Rigueur scientifique
- Anglais courant : maîtrise de la lecture d'articles scientifiques
- Organisation personnelle méthodique, capacité à gérer de front plusieurs projets
- Empathie naturelle – Bon relationnel – Esprit d'équipe

→ **Mes atouts :**

- ✓ Mes bases de docteur en pharmacie combinées à une veille scientifique efficace, un goût pour les outils informatiques variés et un fort esprit de synthèse me permettront d'être rapidement opérationnelle quel que soit le sujet et d'étayer mes rédactions par des références pertinentes.
- ✓ Une maîtrise importante de l'anglais parlé et écrit, ainsi que de l'allemand (j'ai passé un an d'étude à la faculté de Vienne en Autriche) faciliteront les échanges internationaux, la compréhension et la rédaction de documents.

Medical Science Liaison

Secteur d'activité : établissements de santé et de recherche

Exemples d'entreprises : laboratoire pharmaceutique

Descriptif :

À ce poste, le medical science liaison apporte une information scientifique et médicale de qualité aux professionnels de santé et aux institutions clés dans la région dont il a la charge. Il élabore, décline et met en œuvre en région le plan d'action du département médical de positionnement et de développement des produits de la BU (business unit) vis-à-vis des médecins identifiés en accord avec la stratégie des aires thérapeutiques. Il est l'ambassadeur en région de la Direction Médicale de la BU.

Missions :

- Développer et optimiser les relations avec la communauté médicale et plus particulièrement les leaders d'opinion en développant un partenariat scientifique et médical et en identifiant leurs besoins.
- Participer et/ou collaborer à des réunions scientifiques et médicales locales et régionales pour y présenter des données scientifiques et médicales sur les thématiques gérées par la BU.
- Tisser et entretenir des liens d'échanges privilégiés avec des leaders d'opinion et développer les OL dans son secteur (Opinion Leader Management).
- Proposer un plan d'action médical régional qualitatif sur moyen et/ou long terme pour les professionnels de santé de sa région, en accord avec les départements médicaux.
- Participer à des manifestations régionales, congrès nationaux et internationaux.
- Développer un partenariat scientifique et médical avec les leaders d'opinion de sa région : projets d'essais cliniques indépendants.
- Participer à l'identification des centres investigateurs adaptés aux projets de développement.
- Mettre à jour les connaissances et assurer la formation de la visite hospitalière de l'aire thérapeutique.

Profil de poste :

- Médecin, Pharmacien ou scientifique (Doctorat) avec une expérience professionnelle de 2 ans minimum.
- Idéalement, connaissance des leaders du domaine de la nutrition.
- Connaissance de la méthodologie des essais cliniques.
- Qualités relationnelles, impact personnel, écoute, empathie, respect des autres.
- Qualité démontrées de communication écrite et orale.
- Ethique, intégrité et compliance.
- Esprit d'équipe, leadership.
- Rigueur dans l'application des règles et procédures dans un souci d'exigence de qualité et d'efficacité.
- Connaissance du médico-marketing et des affaires réglementaires.
- Niveau d'anglais courant.

→ Mes atouts :

- ✓ Mes capacités relationnelles, linguistiques et mon sens du partage, développés également lors de formations et d'enseignements menés en parallèle de ma thèse, contribueront au développement du réseau et à la diffusion des projets dont j'aurai la charge.
- ✓ Ma rigueur et les connaissances sur les essais cliniques acquises lors de mon mi-temps en oncologie assureront également la qualité de mon travail.

Rédactrice scientifique - Pharmacienne

Français - Anglais



Julie Courraud

53 rue du Faubourg Saint Jaumes
escalier J, appartement 161
34000 Montpellier

☎ 06 84 142 162

✉ julie.courraud@gmail.com

née le 9 décembre 1985 (27 ans)

EXPÉRIENCES PROFESSIONNELLES

- 2012-2013 Interne **REDACTRICE SCIENTIFIQUE** en cancérologie et nutrition à l'Institut du Cancer de Montpellier – unité de recherche clinique : **recherche bibliographique** et synthèse, **rédaction, traduction et correction** d'articles en anglais, de protocoles d'essais cliniques, d'appels à projet, formations sur les outils informatiques de veille scientifique et de gestion bibliographique
- 2010-2013 Doctorante **CHARGÉE DE RECHERCHE** en nutrition à l'IRD (Nutripass) : étude des intérêts et du comportement des vitamines et lipides en digestion *in vitro* (collaboration sur plusieurs sites)
➔ rédaction de deux articles en premier auteur et d'un rapport pour la Région
- 2008-2009 Interne en **PHARMACIE HOSPITALIÈRE** au CHRU de Montpellier - pharmacie et laboratoire de toxicologie médicale : **recherche bibliographique**, validation et délivrance des prescriptions hospitalières, contrôle des préparations pédiatriques, **communication** avec les équipes soignantes, analyses biologiques. ➔ plus de 100 gardes de nuit effectuée seule
- 2008 Externe responsable de la prévalidation des prescriptions en pharmacie hospitalière au CHRU de Nantes - Chimiothérapies (saisie et préparation) et aux **USA** en médecine interne
➔ présentations orales en anglais et en français, étude d'articles, séances d'éducation thérapeutique effectuée seule en anglais auprès de patients américains

COMPÉTENCES

Managériales et sociales Gestion de projet en collaboration, proactivité, travail de groupe, gestion du stress et des imprévus, autonomie, organisation de réunions et séminaires, communication scientifique et vulgarisation, travail s'inscrivant dans une démarche de traçabilité et de respect des normes qualité, forte capacité d'autoformation, formation du personnel et encadrement d'étudiants.

Techniques Rédaction de protocoles, de rapports et d'articles scientifiques en français et en anglais ; recherche, synthèse et gestion efficace de bibliographie ; exploitation et interprétation de données expérimentales ; conception, validation et valorisation de nouvelles méthodes *in vitro* ; analyses de laboratoire, automates, chromatographies ; étude de dossiers patients et de prescriptions.

Informatiques Bureautique, outils de veille documentaire et sur internet, flux RSS, recherche et mise en place d'outils pertinents pour optimiser le travail au quotidien, gestion courante de sites web.

Anglais Oral et écrit courants

Allemand Oral et écrit très satisfaisants

Italien Bases à l'oral et à l'écrit

FORMATIONS

- depuis 2010 **Doctorat en nutrition**, IRD Sud, université Montpellier 1 – soutenance prévue 09.2013
- 2013 **Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie, DES de Pharmacie Spécialisée**, CHRU Montpellier
- 2010 **Master 2 Nutrition, Sécurité Sanitaire des Aliments**, mention B
- 2009 **Master 1 Biologie Santé, microbiologie et nutrition humaine**
- 2004-2008 **Faculté de pharmacie, Nantes, Erasmus en Autriche**, reçue au concours de l'internat 2007

DIVERS

- 2004-2013 Nombreuses responsabilités auprès de l'université (conseils, Student Exchange Program), de l'unité de recherche et d'associations (vice-présidente, webmaster)
- Divers Véhicule personnel et Attestation de Formation aux Premiers Secours
- Intérêts Danses de couple, jeux de société, couture...

Olivier Delattre

Ecole doctorale Energie : Matériaux, Science de la Terre et de l'Univers (EMSTU)

Université de rattachement : Université d'Orléans

Nom du mentor : Nathalie Camus

Etude de la cristallisation de verres nucléaires

Date de présentation orale : 20 juin 2013

Sujet Académique de la thèse : Etude cinétique de la cristallisation de fontes verrières en présence de gradient thermique : application à la formation et l'évolution des auto-creusets produits lors de la mise en œuvre du procédé creuset froid.

Nom du directeur de thèse : M. Guy Matzen

:

Date probable de soutenance de la thèse : 13 octobre 2013

Introduction

L'objet de ce document est de présenter le travail de thèse en tant que projet. A ce titre, le contexte général de l'étude sera présenté. Ensuite, une description séquentielle du travail réalisé sera établie. Chaque étape sera analysée plus en détail, notamment dans le but de quantifier le coût global du projet. Ensuite, un bilan de compétences sera établi. Ce bilan de compétences permettra de déterminer les pistes professionnelles à privilégier à l'issue de la thèse. Enfin, un bilan global du travail mené sera réalisé.

Cadre général et enjeu du travail de recherche réalisé :

Contexte général du travail de thèse :

A l'issue de son séjour en cœur de réacteur, le combustible nucléaire usé est extrait et doit être pris en charge en vue de son stockage. En France, ce combustible est retraité en vue de séparer les matières valorisables des déchets ultimes dits de Haute Activité à Vie Longues. Ces déchets ultimes sont vitrifiés en vue de leur stockage sur le long terme.

Le travail de cette thèse s'inscrit dans le contexte de la vitrification de ces déchets. En effet, un nouveau procédé de type « creuset-froid » a été mis en service à l'usine de La Hague par l'entreprise Areva en 2010. Dans le cadre de ce procédé, le verre est chauffé par induction directe tandis que les parois du creuset sont refroidies par circulation d'eau. Un gradient thermique s'établit alors entre le bain de verre et le creuset, conduisant à la formation d'une couche de verre solidifiée. Cette couche de verre protège le creuset de la corrosion du bain de verre, ce qui permet l'accès à des températures d'élaboration plus élevées que celles des procédés classiques (nouvelles compositions de verres) et rallonge la durée de vie des creusets (diminution du coût de production des déchets nucléaires). L'allongement de la durée de vie du creuset implique qu'il serait nécessaire de remplacer moins souvent ce dernier. Tout matériau impliqué dans la vitrification de ces déchets ultimes devant être traité comme un déchet nucléaire, cela permet de réduire l'impact économique et environnemental du processus.

Cependant, le verre est un matériau présentant la particularité de pouvoir cristalliser à certaines températures. Or, la présence d'un gradient thermique implique qu'une certaine épaisseur de verre sera maintenue à ces températures de cristallisation. Une cristallisation du verre pourrait conduire à une augmentation locale de la radioactivité, à une modification des propriétés physiques du verre ou à une occlusion des buses de coulées du four. L'objet de cette étude est donc d'étudier la cristallisation de verres d'intérêt nucléaires dans les conditions expérimentales du creuset froid, afin d'acquérir des données de base concernant cette dernière.

Ces données de base ont pour finalité de nourrir un modèle visant à prédire la structure de la couche de verre solidifiée, en vue d'en maîtriser l'évolution. Au final, cela devrait permettre de conduire à une optimisation du procédé en permettant d'en définir les paramètres diminuant au maximum les coûts de production des déchets nucléaires.

Contexte du travail de thèse au sein du laboratoire :

La thèse se déroule au sein du Laboratoire de Développement des Matrices de Confinement (LDMC), faisant parti du Laboratoire Commun de Vitrification CEA-Areva (LCV) du centre du CEA de Marcoule. Le but de ce laboratoire est de définir les compositions des nouveaux matériaux pouvant potentiellement servir à conditionner les déchets nucléaires. Une autre activité du laboratoire consiste à venir apporter un soutien technique à des clients industriels (comme Areva). Ce travail de thèse s'inscrit donc plutôt dans le cadre de cette seconde activité. Cette thèse s'effectue avec le support du laboratoire Conditions Extrêmes et Matériaux : Hautes températures et Irradiations du CNRS.

Le fait que la technologie du creuset froid n'ait été mise en service que récemment au niveau industriel tend à limiter quelque peu la concurrence. Ce qui permet une certaine liberté de choix dans l'orientation du sujet et garanti qu'il y ait du travail à réaliser sur ce sujet. La pression liée à la compétition internationale est limitée. Cependant, des discussions avec des experts américains ou britanniques mettent en évidence le fait que des études similaires sont en cours.

Le laboratoire met à disposition les moyens techniques suivants :

- Des infrastructures et des techniques nécessaires à l'accomplissement de la partie technique du travail,
- Des fonds permettant d'accomplir ce dernier,
- Tout un ensemble d'expertise technique et scientifique destinée à venir apporter du soutien, si nécessaire.

En ce qui concerne les moyens humains, la politique du laboratoire vis-à-vis des doctorants est de les laisser réaliser eux-mêmes leurs expérimentations. Cependant, plusieurs techniciens sont disponibles pour apporter leur soutien en cas de manœuvre délicate (manipulation de produits dangereux, manipulation de matériaux à très haute température) ou tout autre problème. De plus, l'installation met à disposition des équipes de soutien technique s'il s'avère nécessaire d'apporter des modifications au bâtiment ou au matériel dans le cadre d'expérimentations particulières.

Le laboratoire est intégré au réseau des centres du CEA. De plus, le LDMC fait spécifiquement parti du Groupe De Recherche (GDR) verres (<http://gdrverres.univ-lille1.fr/index.php/presentation>). L'appartenance à ces réseaux permet d'avoir accès à un vaste panel d'expertises scientifiques distinctes.

Raisons de la réalisation de ce travail :

Etant ingénieur diplômé en science des matériaux de l'école polytechnique de l'université Paris Sud XI, j'ai souhaité réaliser une thèse afin d'acquérir une première expérience dans le domaine de la recherche et du développement. En effet, mon but est de travailler en tant qu'ingénieur de recherche, en France ou à l'étranger. Ce sujet de thèse nous avait été transmis au cours de notre dernière année d'école d'ingénieur par un de nos professeurs. Je l'avais alors trouvé intéressant car il proposait un travail de recherche appliquée dans un domaine comportant de multiples enjeux sur le plan sociétal et environnemental (le nucléaire).

Déroulement, gestion et cout du projet :

Préparation et cadrage du projet :

Ce projet de thèse a été préparé en amont par le CEA, Areva et le CNRS avant même que je n'y postule. De ce fait, seuls les résultats de l'analyse *a posteriori* des risques et de leur maîtrise sont présentés.

Afin d'identifier les facteurs de risques, présentons dans un premier temps les objectifs de la thèse (définis par le CEA avant de lancer la thèse) :

- Développer une méthode de caractérisation devant permettre d'étudier la cristallisation dans des verres traités dans des conditions expérimentales particulières,
- Reproduire les conditions expérimentales particulières du creuset froid à l'échelle du laboratoire,
- Acquérir des données concernant la cristallisation de verres dans les conditions expérimentales particulières du creuset froid.
- Valoriser les résultats acquis dans le cadre de la rédaction du mémoire de thèse, de publications et de rapports internes au CEA.

Les facteurs de succès, pour atteindre les objectifs fixés, sont les suivants :

- 1) Une définition claire des objectifs à atteindre, dictée par des impératifs industriels,
- 2) Une certaine connaissance de base des systèmes à étudier au cours de la thèse, basée sur des données techniques acquises en amont (par le laboratoire),
- 3) Des moyens (humains et matériels) sont disponibles pour réaliser le travail.
- 4) Le fait que peu de concurrence existe dans le domaine d'étude optimise les chances d'aboutir à un résultat exploitable à l'issue de la thèse.

Notons qu'une grande partie de ces facteurs de succès ont été réunis par le CEA avant de lancer le projet de thèse.

De tous les objectifs présentés, le point le plus délicat semble être celui de la reproduction des conditions expérimentales du procédé creuset froid à l'échelle du laboratoire. En effet, l'atteinte de cet objectif nécessite d'atteindre des températures élevées. L'existence de règles drastiques de sécurité au CEA empêche la réalisation d'un « bricolage maison » pour atteindre cet objectif. Il est donc nécessaire de passer par des fournisseurs externes pour réaliser cette tâche, ce qui pourrait induire des retards dans le planning envisagé.

J'ai participé à l'établissement du cahier des charges d'un montage innovant devant permettre de réaliser les expérimentations sous gradient thermique, en aidant à spécifier les besoins techniques auxquels l'appareil devait répondre.

Afin de gagner du temps et de mettre en œuvre les expérimentations nécessaires, j'ai procédé à un aménagement des appareils d'élaboration du verre du laboratoire afin de réaliser des expérimentations de substitution, dans l'attente d'un montage final. J'ai sollicité le service afin d'obtenir les autorisations pour réaliser cette action. J'ai participé à la rédaction du cahier des charges de ce montage innovant

J'ai choisi la composition des verres et les méthodes de caractérisation à partir de retours sur expériences internes au laboratoire, ou de l'analyse de la littérature. J'ai donc mis toutes les chances de mon côté pour obtenir des résultats satisfaisants. Des discussions avec les experts du milieu devaient me permettre de m'assurer de la pertinence de la démarche générale mise en œuvre.

Dans le cadre de ce projet, une collaboration avec le laboratoire DM2S du centre du CEA de saclay a été établie (par le CEA avant mon arrivée) avant de lancer le projet de thèse. Le rôle de ce laboratoire est de développer un modèle permettant de prédire la formation et l'évolution des cristaux apparaissant dans les verres en se basant sur les résultats expérimentaux de la thèse.

Ce travail est réalisé au sein du Laboratoire Commun de Vitrification CEA-Areva. Bien que la thèse ne soit pas financée par Areva, cela signifie que l'entreprise a un droit de regard sur les travaux réalisés et peut décider de modifications dans les diverses publications afin de préserver leurs droits à la propriété industrielle. Dans les faits, cela implique que je dois envoyer tout document scientifique à Areva avant publication. Il s'agit d'un point à prendre en compte lorsque je défini les délais attribués à chaque tâche.

Conduite du projet :

Le travail que j'ai réalisé dans le cadre de cette thèse peut être divisé en grandes étapes. Ces étapes sont données sur la Figure 1.

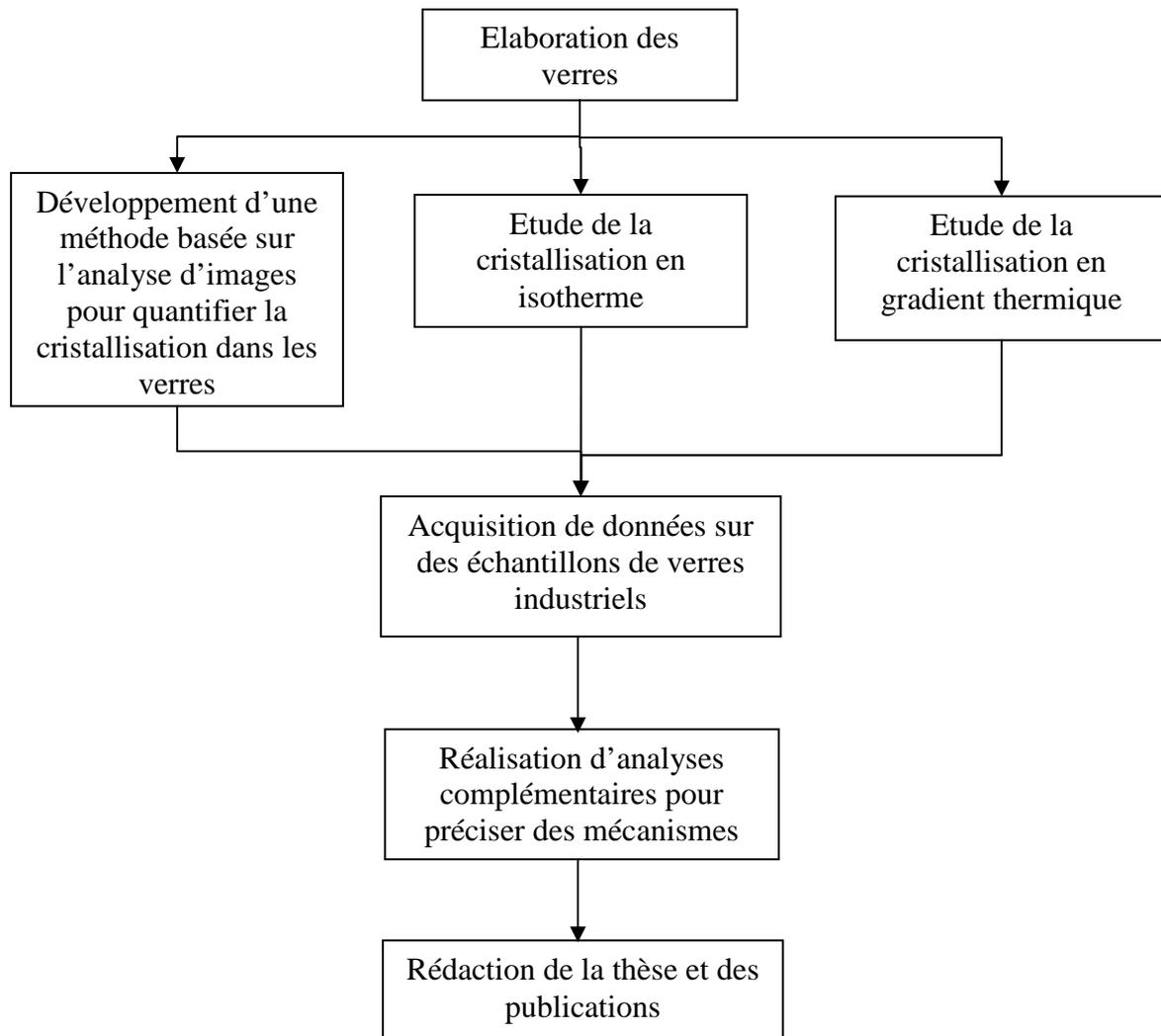


Figure 1 : Schéma synoptique de la thèse.

La Figure 1 est représentative des étapes que j'ai pu mener de front. J'ai personnellement mené l'ensemble de ces actions. J'ai dû solliciter des techniciens pour la réalisation de certaines actions (notamment les expérimentations sous gradient thermique). A ce titre, j'ai organisé des réunions afin de définir précisément les actions à réaliser et le but des expérimentations. De plus, j'ai rédigé des modes opératoires afin d'explicitier le travail à effectuer. J'ai aussi communiqué des consignes à l'équipe chargée de surveiller les essais se déroulant de nuit afin que le montage soit suivi en dehors des horaires ouvrés.

Le premier tiers du schéma synoptique de la figure 1 (à la suite de l'élaboration) constitue la partie « laboratoire » de l'étude. J'ai personnellement défini la méthodologie expérimentale de cette partie. Cette méthodologie innovante devait être validée. Afin de valider cette dernière, j'ai œuvré afin de récupérer des échantillons de verres technologiques que j'ai analysés à l'aide de ma méthode. J'ai alors comparé les résultats issus des verres technologiques avec ceux des expérimentations à l'échelle du laboratoire. Le bon accord des résultats a permis de valider l'approche que j'ai définie dans le cadre de la thèse.

L'enjeu a été de terminer les études de cristallisation en isotherme en début de deuxième année. Les expérimentations sous gradient thermique devant être réalisées à cheval entre la

deuxième et la troisième année. La troisième année étant principalement dédiée aux expérimentations complémentaires et à la valorisation scientifique. Dans les faits, le planning a été en grande part respecté, en dehors du fait qu'un retard de livraison du montage innovant (liée à une défaillance technique d'un de ses éléments) a mis en difficulté un chapitre de la thèse.

Le choix des expérimentations complémentaires est réalisé de manière participative suite à des discussions avec les encadrant de cette thèse (E. Régnier et G. Matzen).

Des réunions hebdomadaires sont organisées (j'ai organisé certaines de ces réunions) avec l'ingénieur de recherche du CEA en charge de suivre la thèse (E. Régnier). Un point a été réalisé avec mon directeur de thèse à peu près tous les six mois (soit à mon initiative, soit à celle d'E.Régnier). Des discussions ont de plus été menées par mail ou téléphone. Tous les ans, une réunion a été organisée (par le CEA), respectivement avec le DM2S (en charge de la modélisation) et Areva (que les résultats de la thèse intéressent). Cependant, j'ai été force de proposition dans le choix de certaines orientations de la thèse.

Les points sur lesquels j'ai été moteur sont les suivants :

- J'ai mis en évidence un axe de développement intéressant de la méthode d'analyse d'images par la technique des réseaux de neurones. De ce fait, j'ai défini un sujet de stage, activement pris part au recrutement du candidat et encadré (définition des objectifs, établissement du planning et suivi des actions réalisées) une stagiaire ingénieure pendant 6 mois. L'école a décerné à cette dernière le prix du meilleur stage de l'année à son issue, et elle est actuellement en thèse au CEA.
- J'ai pris contact avec divers experts afin de réaliser des expérimentations avec des techniques originales dont la mise en œuvre n'était pas prévue au lancement de la thèse.
- J'ai identifié une analogie intéressante entre les systèmes industriels étudiés et des analogues naturels (les chambres magmatiques). De ce fait, E. Régnier et moi avons contacté et discuté avec des géologues afin de comparer nos problèmes respectifs.

Dans la plupart des cas, les relations avec Areva sont gérées par le laboratoire. J'ai établi les relations avec les sous traitants par mail et/ou le téléphone pour les questions techniques (définition des besoins et points de détails). De ce fait, dans cet aspect là, mon travail a consisté à définir précisément les besoins auprès des fournisseurs, d'effectuer une demande de devis et à remplir un formulaire interne à l'entreprise pour que le service commercial prenne en charge la commande.

Estimation et prise en charge du coût du projet :

Le tableau 1 présente une estimation des couts liés à la thèse.

ESTIMATION DU COUT CONSOLIDE DE LA THESE

Montants en euros TTC

	Nature de la dépense	Détails		Coûts totaux (euros TTC)			
				Nombre d'unités	Coût unitaire moyen	Quote-part utilisation	Total
1	Ressources Humaines	Salaire brut	Charges				
1.1	Doctorant	20000	8000	36	2333.33	100	83999.88
1.2	Encadrant 1	38784	15513.6	36	4524.8	10	16289.28
1.3	Prime Encadrement						0
1.4	Encadrant 2	61008	24403.2	36	7117.6	5	12811.68
1.5	Prime Encadrement						0
1.6	Stagiaire	855	342	6	1197	100	7182
1.7	Techniciens	23664	9465.6	108	2760.8	5	14908.32
1.8	Sous-traitance			7	1000	100	7000
	Sous-total Ressources Humaines						142191.28
2	Consommables						
2.1	Fournitures expérimentales			6	3340	100	20040
2.2	Fournitures de bureau			60	2	100	120
2.3	Autres achats						0
	Sous-total Consommables						20160
3	Infrastructures						
3.1	Entretien, gardiennage, secrétariat			108	2002	3.33	7199.9928
3.2	Loyers des locaux	1860	40	36	1900	3.33	2277.72
3.3	Electricité, eau, chauffage, ... (si non inclus dans les charges locatives)						0
3.4	Autres						0
	Sous-total Infrastructures						9477.7128
4	Matériel (amortissements)						
4.1	Matériel d'expérimentation (dont les ordinateurs et logiciels spécialisés)	100%		1	15000	100	15000
4.2	Ordinateur de bureau	100%		1	700	100	700
4.3	Logiciels de bureau	100%		1	300	100	300
	Sous-total Matériel						16000

5	Déplacements	Déplacement	Autres frais				
5.1	Missions en France	180	70	21	250	100	5250
5.2	Missions à l'étranger	0	0	0			0
5.3	Congrès en France	30	770	1	800	100	800
5.4	Congrès à l'étranger	800	1000	1	1800	100	1800
	Sous-total Déplacements						7850
6	Formation						0
6.1	Formations			6	1000	100	6000
6.2	Autres frais (Inscription à l'Université, Sécurité Sociale étudiante, etc.)			3	595	100	1785
	Sous-total Formation						7785
7	Documentation et communication						0
7.1	Affranchissements, Internet, téléphone			3	480	100	1440
7.2	Publicité, communication, impressions	0	20	2	20	100	40
7.3	Documentation (périodiques, livres, bases de données, bibliothèque, etc.)			200	30	100	6000
7.4	Autres						0
	Sous-total Documentation et communication						7480
8	Charges financières (intérêts des emprunts)						
	Sous-total Charges financières						0
9	Charges exceptionnelles						
	Sous-total Charges exceptionnelles						0
10	TOTAL						210944

Tableau 1 : Estimation du cout total consolidé de la thèse.

Le détail des postes de cout est donné dans le tableau 2

1.2	basé sur le salaire moyen des ingénieurs au CEA
1.4	basé sur la grille de salaire des directeurs de recherche du CNRS (indice 821)
1.6	700€ net/mois + 400€ pour le loyer + 155€ de cotisations sur la différence entre 400€ et 700€ (franchise de 400€ sur les gratifications de stage)+ 40% de charges. Stagiaire ayant travaillé sur une branche innovante de l'analyse d'images.
1.7	5 % du temps de 3 techniciens à 33129 € brut (charges patronales incluse) annuel. Soutien technique sur les expérimentations réalisées.
1.8	7 opérations réalisées en externe à ~1000 € l'opération en moyenne (caractérisations complémentaires)
2.1	Prix des produits estimés à 3340 par verre (utilisation de produits chers tels que les métaux nobles ou les terres rares), 6 verres élaborés. Les consommables utilisés dans la caractérisation des verres est prise en compte (stubs, résine, ...)
2.2	20 articles de bureau (cahiers, stylos, agrafes, etc) à 2€ en moyenne par an.
3.1	=> 3 salariés au smic mis à contribution à hauteur de 3.33 % (30 personnes au laboratoire). 1 femme de ménage, 1 secrétaire, 1 gardien.
3.2	200 m ² à 9.3€ le m ² (prix moyen à B/C) que j'occupe à 3.33 % (30 personnes au laboratoire) par mois + 40€ de charges par mois
4.1	Achat d'un logiciel MEB spécifique pour la thèse à 15 000 €. Les autres équipements utilisés sont déjà amortis.
4.2	Achat d'un ordinateur spécifiquement pour la thèse
4.3	Suite Microsoft office
5.1	7 missions par an à environ 250 € la mission en moyenne. Formations, réalisation d'expérimentations en externe, réunions à Orléans, participation à des séminaires et visite de différents experts.
5.3	Inscription au congrès + transport + logement (Atalante 2012 à Montpellier en septembre 2012)
5.4	Transport + logement + inscription au congrès + visa (XIII international conference on the physics of non crystalline solids à Yichang, en chine, en octobre 2012)
6.1	5 formations à 1000 € la formation en moyenne (Conditionnement des déchets nucléaires, modélisation dans les verres, statistiques, Analyse d'images, Recherche d'emploi et NCT)
7.1	Abonnement de (téléphonie + internet) en moyenne à 40 € par mois pendant 3 ans.
7.2	Deux posters imprimés en externe
7.3	Utilisation de 200 articles à 30 € l'article en moyenne pour la thèse

Tableau 2 : commentaires concernant certains postes de dépense.

Le financement de ces travaux provient du CEA (92 %) et du CNRS CEMHTI (8 %). Le cout élevé de la thèse s'explique par le fait que la plupart des expérimentations nécessitent de travailler à haute température sur des systèmes couteux. L'environnement haute température induit un fort besoin en techniciens et en moyens techniques. Il aurait pu être envisageable de travailler sur des systèmes modèles (par exemple en étudiant la cristallisation dans des solutions liquides à température ambiante) pour diminuer les couts, mais cela aurait eu un impact sur la représentativité des données par rapport au système industriel.

Compétences et savoirs faire :

Approche par mission principale :

Dans le cadre de cette thèse, j'ai conduit un projet d'expertise visant à acquérir des données techniques concernant la cristallisation de verres d'intérêt nucléaires, en vue d'optimiser les paramètres de fonctionnement d'un procédé de vitrification industriel.

Afin de conduire ce projet, j'ai dû effectuer un état de l'art des connaissances du domaine (sur la cristallisation dans les verres). Ce qui se traduit par la réalisation de recherches de références bibliographiques au sein de la littérature technique, la lecture et la synthèse de ces dernières. J'ai rédigé un rapport technique pour le CEA concernant cet état de l'art dans le but de transmettre l'expertise acquise et d'explicitier les axes de travaux à privilégier dans le cadre des études sur la cristallisation des verres nucléaires. Cette mission m'a permis de développer ma capacité d'abstraction et mon esprit de synthèse. Par ailleurs, cela m'a permis de déterminer les axes stratégiques de la thèse et de savoir faire des choix.

Cet état de l'art m'a permis de sélectionner et d'élaborer les compositions de verre servant de base à mon projet de thèse. Elle m'a aussi permis de déterminer l'ensemble des paramètres expérimentaux à appliquer aux verres ainsi élaborés. L'élaboration des verres m'a demandé de la précision et de la dextérité. J'ai dû travailler en suivant des normes de sécurité drastiques pour réaliser les traitements thermiques dans des fours de recuit. J'ai élaboré les verres avec succès (composition du verre conforme à celle attendue et obtention d'un verre homogène). Cette partie de mon travail m'a permis d'acquérir des compétences dans le domaine de l'élaboration des verres.

Par ailleurs, j'ai développé une technique d'analyse des échantillons ainsi obtenus basée sur l'analyse d'images. Le développement de cette nouvelle (pour le laboratoire) compétence a fait que j'étais le référent de cette technique au laboratoire. Ainsi, j'ai formé des collègues du laboratoire à cette méthode et leur ait apporté un soutien technique sur leurs applications (formation de ces derniers pour leur apprendre à appliquer la méthode sur leurs échantillons). Cet état de fait m'a demandé de la pédagogie et m'a permis de développer mon sens du relationnel. La mise en œuvre de cette méthode a permis d'acquérir la plupart des résultats de la thèse. Plus spécifiquement, j'ai eu l'opportunité de personnellement réaliser des analyses sur un microscope électronique à balayage, ce qui m'a apporté une bonne connaissance théorique et pratique de la méthode. J'ai pu développer mon autonomie et mon expertise en termes de caractérisation des matériaux dans le cadre de ce travail.

Puis, j'ai mené des actions de valorisation scientifique (rédaction d'articles scientifiques, conférences orales), tant en interne qu'en externe, afin de diffuser les résultats acquis dans le cadre de mes travaux. Ces actions se traduisent par la participation à des séminaires et des conférences internationales. Dans ce cadre, j'ai aussi rédigé des rapports techniques, des publications dans des journaux scientifiques (en cours de rédaction) et le mémoire de ma thèse. Là aussi, ces actions m'ont permis de développer mon esprit de synthèse et mon sens de la pédagogie.

En parallèle de ces actions, j'ai du faire preuve d'initiative dans tous les instants de la thèse en identifiant les axes de développement potentiels de l'étude. J'ai mis en œuvre certains de ces axes, ce qui m'a demandé de défendre mon point de vue auprès de ma hiérarchie et de la convaincre du bien fondé de la démarche. Ceci a permis d'entraîner mon sens de la négociation. Par exemple, du fait des limitations de la méthode d'analyse d'images 2D, je me suis rendu compte qu'il pourrait être intéressant d'étudier la cristallisation dans le volume du verre à l'aide de méthode basée sur la micro tomographie (des radios mais à l'échelle du micromètre). Ces expérimentations nécessitent de travailler sur des grands instruments (en l'occurrence le synchrotron ESRF de Grenoble) et donc de défendre le projet d'une part en interne du CEA et au niveau européen (l'accès à l'appareil se fait par appel à projets). J'ai donc du monter le dossier, avec l'aide de Sophie Schuller du CEA Marcoule qui disposait d'une collaboration avec St Gobain Recherche. Ces expérimentations ont pu être réalisées en collaboration avec St Gobain Recherche. De plus, lors du développement de la méthode d'analyse d'images, je me suis rendu compte qu'il pouvait être intéressant d'effectuer une étude de faisabilité concernant l'utilisation des réseaux de neurones pour l'identification des phases cristallines pouvant apparaître dans les verres. Afin de développer cet axe d'étude, J'ai monté un projet de stage ingénieur de 6 mois et ai du le défendre auprès de la hiérarchie. Ensuite, j'ai pris une part active dans le recrutement de cette stagiaire, ce qui m'a permis de mieux comprendre les processus associés au recrutement et les démarches à réaliser.

J'ai encadré cette stagiaire ingénieur pendant 6 mois ainsi que des techniciens (sur des actions ponctuelles). J'ai donc du planifier, donner des consignes et vérifier leur bonne application. Ce qui m'a permis d'acquérir une première expérience de management. J'ai donc pu me rendre compte de la diplomatie nécessaire à cette tâche et de bien prendre conscience de l'aspect humain de la tâche. Par exemple, j'ai du fixer des délais pour la réalisation d'actions spécifiques à ce stage. Ces délais se sont révélés parfois être trop serrés pour la réalisation de l'action prévue. J'ai donc du m'adapter aux nouveaux délais et ai pris conscience de l'impact du facteur humain sur la réalisation d'une tâche donnée. Cette stagiaire est actuellement en thèse au CEA et a eu le prix du meilleur stage de l'année dans son école.

Globalement, le projet a nécessité que je mette en œuvre les connaissances en science des matériaux, techniques de caractérisation et gestion de projet acquises en école d'ingénieur. Cette mise en œuvre a permis la réalisation des objectifs de la thèse avec succès.

La mise en œuvre de ces actions a permis l'acquisition de données expérimentales innovantes concernant la cristallisation dans les verres dans différentes conditions expérimentales et de développer l'expertise en analyse d'images du laboratoire.

Décomposition des compétences par catégories :

L'ensemble des compétences développées dans le cadre de cette thèse peuvent être trouvées dans le tableau 3.

Gestion de projet	Expertise scientifique et technique	Communication	Management
Force de proposition	Science et ingénierie des matériaux	Négociation	Rédaction de modes opératoires
Aptitude à décomposer les actions par tâche distincte	Analyse d'images	Pédagogie	Aptitude à donner des consignes et à vérifier qu'elles soient bien comprises
Aptitude à déterminer la durée et les ressources nécessaires à chaque tâche	Connaissance des verres et de la cristallisation	Esprit de synthèse	Suivi des actions réalisées et ajustement du planning si nécessaire
Détermination d'axes de travail stratégiques	Connaissances en tomographie et micro tomographie	Réalisation de présentations orales	Réalisation et suivi de commandes passées auprès de fournisseurs extérieurs
Respect du cahier des charges et des échéances	Techniques de microscopie électronique à balayage	Rédaction technique et scientifique	
Suivi d'actions distantes.	Participation à la rédaction d'un cahier des charges	Sens de la diplomatie	
	Compréhension et conceptualisation de problèmes complexes	Force de proposition	

Tableau 3 : compétences développées dans le cadre de la thèse.

Résultats et impacts des recherches :

Dans le cadre de la réalisation de ce travail de thèse, j'ai pu apporter des compétences au laboratoire en termes de caractérisation par analyse (informatique) d'images. J'ai apporté mon expertise à de nombreux collègues du laboratoire qui sont venus me demander de les former à l'analyse d'images pour leurs problèmes spécifiques.

De plus, étant responsable de la qualité des résultats expérimentaux obtenus et des documents rédigés, j'ai réalisé l'acquisition de multiples données expérimentales concernant la cristallisation dans les verres. Ainsi, des données de base sont disponibles à la fois pour les partenaires scientifiques (DM2S) et le partenaire industriel (Areva). L'acquisition de ces

données devrait permettre de mieux comprendre la tendance à la cristallisation des verres nucléaires soumis à un gradient thermique. Cette compréhension pourrait conduire, à long terme, à un meilleur contrôle de la croissance cristalline dans la couche de verre rigide du creuset froid et donc d'optimiser les cycles thermiques appliqués au verre.

Cette étude, portant sur le conditionnement des déchets nucléaires de haute activité, vise à optimiser (tant en terme de coûts que des propriétés du verre final) le procédé d'élaboration. Cette optimisation a pour objet de rendre le stockage des déchets nucléaires ultimes moins coûteux et plus respectueux de l'environnement. Je suis en train de rédiger les articles relatifs à cette thèse, même si les enjeux industriels de la diffusion des résultats limitent ce qu'il va être possible de publier.

D'un point de vue personnel, cette thèse m'a permis d'acquérir une première expérience professionnelle significative dans la recherche et le développement, plus spécifiquement dans les domaines des matériaux et du nucléaire. De plus, j'ai eu l'opportunité d'acquérir une expertise concernant la vitrification des déchets nucléaires de haute activité à vie longue. Enfin, cette thèse a été l'occasion de côtoyer des experts techniques et scientifiques de tous bords et d'effectuer des actions de valorisation scientifique, notamment à l'étranger dans le cadre d'une conférence.

Identification de pistes professionnelles :

A l'heure d'aujourd'hui, je privilégie deux pistes pour l'issue de cette thèse.

La première de cette piste consisterait à trouver un poste d'ingénieur de recherche et de développement dans le privé. En effet, ma formation initiale d'ingénieur, complétée par une expérience professionnelle de 3 ans dans la recherche, optimise mes chances de trouver un tel poste. Les secteurs d'activité visés pourraient être le nucléaire (Areva, EDF ou CEA), l'industrie verrière (St Gobain) ou le domaine des énergies renouvelables (mon stage de fin d'étude portait sur l'analyse de batteries Li-Ion chez PSA). J'aimerais trouver un poste à l'étranger (notamment au Japon) et je considère que l'intitulé (et le contenu) du poste est plus important que le lieu de travail.

Par exemple, un poste d'ingénieur matériaux R&D H/F. Ce poste consiste à participer au développement de nouveaux matériaux dans l'optique de mieux répondre aux besoins de l'entreprise. Une partie de ce travail consiste à centraliser la documentation technique des expérimentations réalisées au sein de l'entreprise, à les comprendre, puis à effectuer des études de coûts et à proposer de nouveaux procédés et matériaux à partir de ces données.

Dans le cadre de la thèse, j'ai déjà eu l'occasion d'exploiter la documentation technique interne et externe à l'entreprise afin de proposer des axes de développement stratégique de la thèse et de développer des méthodes expérimentales. La mission proposée ici est donc en parfaite adéquation avec l'expérience acquise pendant 3 ans dans le cadre de la thèse. Le fait d'avoir réalisé la thèse dans un environnement industriel m'a permis d'acquérir une sensibilité aux problématiques liées à la définition des coûts d'une action et de sa mise en œuvre.

Second exemple, l'offre d'emploi ingénieur matériaux F/H H/F propose de réaliser le suivi du référentiel technologique de l'entreprise relative à la problématique technique du poste, de suivre les études de R&D associées et d'effectuer un reporting interne à l'entreprise.

Ici aussi, ce poste consiste à devenir le référent technique sur les problématiques spécifiques concernant les matériaux de l'entreprise. Ces actions ont été mise en œuvre à moindre échelle dans le cadre de la thèse. En effet, j'ai eu l'occasion d'effectuer une veille technologique et scientifique visant à définir des axes de travail de la thèse et à les transmettre au sein de l'équipe. J'ai de plus réalisé et suivi des actions de R&D dans l'optique de rédiger des rapports et des articles. J'ai donc déjà une première expérience cohérente vis-à-vis du poste proposé.



VALORISATION DES COMPETENCES, UN NOUVEAU CHAPITRE DE LA THESE

Anne-Sophie DEVILLE

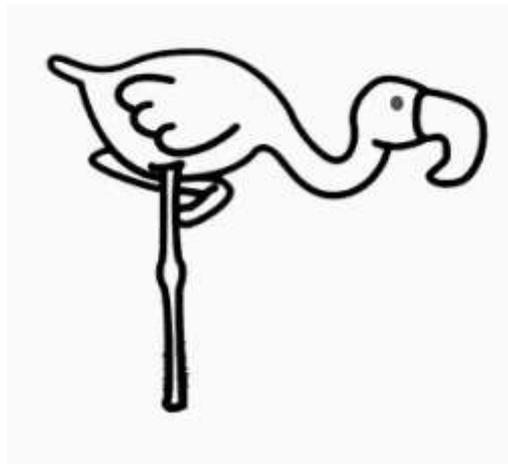
Ecole doctorale : Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosociences, Environnement (Sibaghe)

Formation : Écologie, Évolution, Ressources Génétiques, Paléontologie

Université de rattachement : Université Montpellier 2

Mentor : Delphine BAHRI

Le flamant rose va-t-il devenir blanc ?



Sujet académique de la thèse :

Changements de gestion dans les salins en Camargue : conséquences sur la population de flamants roses (*Phoenicopterus roseus*) et propositions de mesures d'atténuation

Date de présentation orale de la valorisation des compétences : 20 juin 2013

Laboratoires de rattachement : Centre de recherche La Tour du Valat et CEFE_CNRS

Directeurs de thèse : Arnaud Béchet, David Grémillet et Michel Gauthier-Clerc

Date prévue de la soutenance : novembre 2013

Sommaire

1.	Cadre général et enjeux de la thèse	1
1.1.	La production de sel en Camargue : reconversion et enjeux pour l'avifaune.	1
1.2.	La thèse dans son contexte.....	4
1.2.1.	<i>Place de la thèse dans le projet global de l'équipe.....</i>	4
1.2.2.	<i>Situation au regard de la concurrence publique, privée ou internationale</i>	4
1.2.3.	<i>Compétences scientifiques, techniques et humaines mobilisées pour le projet. ..</i>	5
1.2.4.	<i>Appartenance de l'équipe à un ou des réseaux scientifiques et socio-économiques</i>	6
1.3.	Ma thèse dans ce contexte.....	7
1.3.1.	<i>Les raisons de mon choix de préparer un doctorat et de travailler sur ce sujet..</i>	7
1.3.2.	<i>Mon rôle dans la définition et la programmation du projet</i>	7
2.	Déroulement, gestion et coût estimé du projet	8
2.1.	Préparation et cadrage du projet.....	8
2.1.1.	<i>Evaluation des facteurs de succès et de risques, stratégies de maîtrise des risques envisagées</i>	8
2.1.2.	<i>Choix des partenaires nationaux ou internationaux</i>	8
2.1.3.	<i>Gestion des aspects contractuels (confidentialité, propriété intellectuelle et industrielle)</i>	9
2.2.	Conduite du projet.....	9
2.2.1.	<i>Principales étapes</i>	9
2.2.2.	<i>Problèmes rencontrés et solutions apportées.....</i>	10
2.3.	Estimation et prise en charge du coût du projet	10
2.3.1.	<i>Ressources humaines.....</i>	10
2.3.2.	<i>Dépenses associées au projet.....</i>	11
3.	Compétences, savoir-faire, qualités professionnelles et personnelles.....	12
3.1.	Domaines d'expertises	12
3.2.	De façon plus large, connaissances acquises dans le champ de la discipline et dans d'autres domaines	12
3.3.	- Compétences méthodologiques	13
3.4.	- Savoir-faire administratifs, linguistiques.....	13
3.5.	- Qualités personnelles	14
3.6.	- Construction d'un réseau professionnel personnel	14
3.7.	- Compétences transférables en dehors de votre domaine de recherche.....	14
4.	Résultats, impacts de la thèse	15
4.1.	Pour le laboratoire et les partenaires du projet.....	15
4.1.1.	<i>Résultats</i>	15
4.1.2.	<i>Impacts de la thèse</i>	18
4.2.	Impacts de la thèse pour vous-même.....	18
5.	Identifications de pistes professionnelles	18

1. Cadre général et enjeux de la thèse

1.1. La production de sel en Camargue : reconversion et enjeux pour l'avifaune.

La production de sel sur le pourtour méditerranéen est une activité très ancienne. Le site d'Aigues-Mortes en Camargue gardoise, d'une superficie actuelle de 11 000 ha, date de l'Antiquité. Ce site appartient à la Compagnie des Salins du Midi, qui gère également le deuxième site de production en Camargue, Salin-de-Giraud (12 000 ha, voir aussi la carte page 3). Il s'agit de l'une des rares activités industrielles bénéfiques à une certaine forme de biodiversité. En effet, les salins, grâce à une mise en eau régulière et à des conditions physico-chimiques particulières, permettent la production d'une grande quantité d'invertébrés aquatiques à la base du régime alimentaire de nombreux oiseaux d'eau, dont l'emblématique flamant rose (*Phoenicopterus roseus*). Ce dernier profite plus particulièrement de l'abondance d'un crustacé branchiopode, l'artémie (*Artemias spp.*). Cet invertébré aquatique est l'un des rares à pouvoir vivre dans des salinités élevées et les quantités peuvent atteindre jusqu'à 18 000 artémies/m² en juillet, période correspondant au cœur de la saison de reproduction des flamants (Britton et Johnson, 1986).

En plus d'être un site d'alimentation majeur pour de nombreux oiseaux d'eau, les salins comprennent également de nombreux sites de reproduction. Ainsi, l'unique site de reproduction du flamant en France, se trouve dans les Salins-de-Giraud. Il s'agit d'un îlot artificiel construit à la fin des années 60. L'objectif était d'assurer la reproduction de l'espèce qui ne trouvait plus de site de reproduction favorable sur la côte méditerranéenne française.

Il existe ainsi une forte dépendance des oiseaux d'eau, et des flamants en particulier, vis-à-vis des salins. Mais l'industrie du sel en Europe souffre de la concurrence des pays du sud (notamment le Maghreb). Ainsi, l'activité des salins en Camargue diminue et de nombreux changements de gestion ont déjà eu lieu et d'autres sont attendus dans les années à venir. Le premier grand changement concerne les salins de Giraud vendus en 2008 au Conservatoire du Littoral. Cette zone, comprenant notamment l'îlot de reproduction des flamants, est en pleine reconversion puisque l'alimentation en eau ne se fait plus comme précédemment via une prise d'eau à la mer mais, soit naturellement en fonction de la pluviométrie, soit par gravité via des canaux situés en amont. Quelque soit la source d'alimentation en eau, la qualité de l'eau sera différente (la salinité baissera certainement). Ainsi, la nature des invertébrés pourrait changer, entraînant des modifications pour l'alimentation des flamants et autres oiseaux d'eau.

Par ailleurs, un projet est actuellement à l'étude pour produire à l'horizon 2017 de manière intensive une micro-algue (*Dunalliella Salina*), naturellement présente dans les salins. Cette algue pourrait alors être valorisée en biocarburant et autres molécules à haute valeur ajoutée (e.g. beta carotènes, oméga 3). Un consortium, regroupant 13 partenaires privés et publics, dont la Tour du

Valat, doit trouver la meilleure façon de produire cette micro-algue dans des marais salants tout en respectant la biodiversité très spécifique de ces sites. Pour ce projet, appelé Salinalgue, 7,5 M€ sont investis en quatre ans, dont 3,9 M€ de subventions publiques (collectivités territoriales et Fonds Unique Interministériel). La Tour du Valat est pour sa part en charge des questions environnementales.

A noter cependant qu'il est probable que la zone concernée par le projet Salinalgue ne concerne qu'une petite surface des salins de Giraud encore en activité. Les Salins du Midi pourraient alors stopper totalement leur activité sur la surface restante.

Pourquoi le flamant rose est-il rose ?

Tout le monde a en tête la couleur rose des salins du sud de la France. Cette couleur est due à la présence de microalgues (dont la *Dunallelia salina*) gorgées de caroténoïdes (pigment rouge). Ces microalgues sont à la base du régime alimentaire d'une sorte de petite crevette, l'artémie, l'un des rares invertébrés aquatiques capable de vivre dans de telles concentrations de sel (jusqu'à 200 g/L alors que la mer a une salinité de 35 g/L). L'artémie, alors elle-même de couleur rose/rouge, est l'une des proies principales du flamant rose... LA BOUCLE EST BOUCLEE !



Salin-de-Giraud

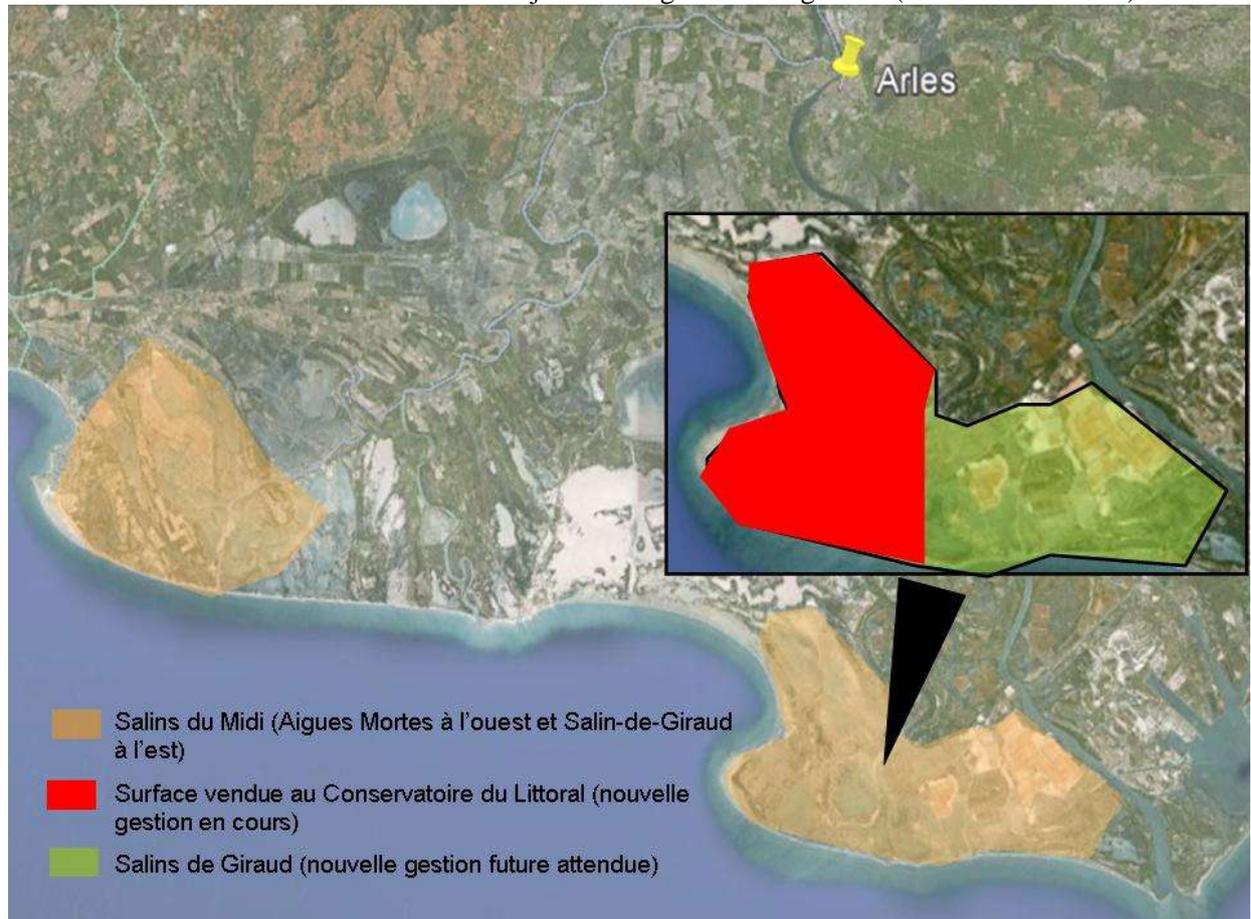


Artemias spp.

On comprend maintenant que si la reconversion des salins entraîne une baisse de la salinité, la quantité de microalgues et donc d'artémies diminueraient, diminuant ainsi une importante source de nourriture à l'origine de la couleur rose des flamants.

Dans ce contexte, l'objet de ma thèse est dans un premier temps de comprendre comment l'ensemble **des changements ayant lieu dans les salins de Giraud** vont **affecter** les populations d'oiseau d'eau et plus particulièrement le **flamant**. Il s'agira ensuite de faire des **propositions** aux porteurs du projet Salinalgue pour **atténuer** les impacts s'ils existent.

Localisation des deux sites de production de sel en Camargue ainsi qu'un focus sur Salin-de-Giraud localisant les deux sites faisant l'objet de changements de gestion (en cours ou à venir).



1.2. La thèse dans son contexte

1.2.1. *Place de la thèse dans le projet global de l'équipe.*

La Tour du Valat a choisi de réaliser deux thèses pour répondre aux enjeux environnementaux relatifs aux changements de gestion des salins de Giraud et plus particulièrement à la commande de Salinalgue :

- une thèse concernant la distribution spatio-temporelle des invertébrés aquatiques dans les salins, réalisée par Jean-Paul Rullmann
- une thèse sur l'écologie alimentaire du flamant. Je travaille donc en étroite collaboration avec le doctorant étudiant les invertébrés aquatiques (e.i. les proies des flamants).

Par ailleurs, la reconversion des salins est également un sujet qui occupe d'autres membres de la Tour du Valat, puisque cette dernière fait partie des structures de gestion des terrains acquis par le Conservatoire du Littoral depuis 2008. La gestion de ces terrains a en effet été déléguée au Parc Naturel Régional de Camargue avec l'appui de la Réserve Nationale de Camargue et le concours de la Tour du Valat. Mon travail constituera donc également un élément d'aide à la décision, principalement dans le cadre de la future notice de gestion du site.

1.2.2. *Situation au regard de la concurrence publique, privée ou internationale*

Mon travail n'est pas directement lié à la méthode de production de micro-algues mais se situe plus en retrait puisqu'il s'agit de comprendre et limiter les impacts du projet sur les populations d'oiseaux d'eau. Malgré cela il est important de souligner que le développement de la culture de micro-algues est un enjeu économique important. En effet de nombreux pays ont déjà développé ce mode d'énergie renouvelable. Mais les techniques de culture et d'extraction, mises au point par exemple en Australie, en Inde ou aux Etats-Unis, sont des secrets industriels bien gardés. La France est quant à elle très retard dans le développement de cette technique et le projet Salinalgue est devenu l'une des priorités du secteur Recherche & Développement en matière de biocarburants.

De nombreuses reportages vidéos ainsi que des articles de presse circulent dans les médias et sont présents sur internet. A voir par exemple :

<http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CEAOtwIwAg&url=http%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3D7OI68II74k&ei=C4ycUYK5JKHW7ObIzYH4Bw&usq=AFOjCNF5-5GusrMmcq0c5PTZqoDVPppW0g>

1.2.3. Compétences scientifiques, techniques et humaines mobilisées pour le projet.

Concernant les compétences techniques et scientifiques, mon projet repose principalement sur du travail de terrain, des manipulations de flamants en système clos et de la modélisation. Le travail de modélisation est la finalité de ma thèse. Il s'agit d'un logiciel spécialisé qui doit permettre aux équipes de gestion et au groupe Salinalgue de disposer d'un outil flexible pour tester différents scénarios afin de limiter les impacts potentiels du projet sur la population de flamants. Cet outil, appelé MORPH (modèle développé par Richard Stillman de l'Université de Bournemouth en Angleterre), modélise la distribution spatiale des flamants dans les salins de Giraud en fonction de différents paramètres (paramètres environnementaux et paramètres propres à l'espèce). Ainsi, dans ce modèle une population fictive de flamants se nourrit et se déplace, en fonction de différents paramètres d'entrée (proies disponibles, quantité d'énergie requise par flamant ...). Il est alors possible de tester l'impact de différents scénarii, par exemple la disparition partielle des salins ou la diminution de la quantité d'artémies présentes, sur la survie des flamants.

La mise en place de ce modèle nécessite l'acquisition de nombreux paramètres. Pour cela, d'autres compétences ont été mobilisées, comme du travail de terrain (e.g. échantillonnages d'invertébrés aquatiques), du travail en zoo et du travail en laboratoire (e.g. détermination des invertébrés, dosages en lipides et protéines des flamants).

J'ai par ailleurs développé des compétences en matière de travail en équipe et de mise en place de collaborations. Je fais en effet partie d'une équipe pluridisciplinaire avec laquelle j'ai appris à travailler que ce soit dans le cadre de missions de terrain, de rédactions de documents scientifiques et institutionnels ou de réunions. Mon activité me permet d'être en relation avec des interlocuteurs extérieurs divers : scientifiques, industriels, associations, gestionnaires d'espaces naturels, institutions gouvernementales, médias auxquels je restitue régulièrement les résultats de mes travaux. Ces échanges ont été l'occasion de me familiariser avec différents outils de communication écrite et orale.

Outre les aspects purement scientifiques et techniques acquis durant ces trois années, j'ai aussi eu l'occasion de développer d'autres compétences telles que le suivi financier d'un projet, la veille sur les appels à projets et de mise en place de partenariats. Enfin, j'ai également eu l'opportunité de manager trois stagiaires dont deux de master 2 en biologie/écologie et l'un en BTS Gestion et Protection de la Nature. Au total j'aurai réalisé deux ans d'encadrement en tant que maître de stage (une fois 1 an et 2 fois 6 mois). J'ai par ailleurs donné 10h de cours sur les fonctions et les services des zones humides méditerranéennes à des étudiants de master 2 en Gestion des Eaux et des Milieux Aquatiques (master GEMA). J'ai également été co-responsable d'une sortie d'une journée en Camargue avec ces mêmes étudiants. L'objectif était de comprendre le fonctionnement et les enjeux du territoire camarguais.

Les compétences mises en pratique durant ces trois ans d'expérience sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Résumé des compétences scientifiques, techniques et humaines acquises

Compétences scientifiques	<ul style="list-style-type: none"> ● Problématiques biodiversité et conservation ● Fonctionnement des écosystèmes ● Suivis milieux naturels ● Comportement animal ● Propositions de mesures d'atténuation
Compétences techniques	<ul style="list-style-type: none"> ● Statistiques ● Echantillonnages ● Protocole expérimental ● Modèles prédictifs sur l'utilisation de l'habitat par le flamant ● Expériences comportementales et alimentaires sur des flamants en captivité (zoo de Bâle, Suisse allemande) ● Rédaction de documents de vulgarisation et d'appel à projet ● Bases en comptabilité ● Anglais (scientifique et courant)
Compétences humaines	<ul style="list-style-type: none"> ● Management (supervision d'étudiants stagiaires) ● Dispense de cours ● Collaborations (Université Bournemouth, Zoo de Bâle, Groupe Industriels Salinalgue, acteurs de la conservation : Réserve Nationale de Camargue, Parc Nationale de Camargue) ● Capacités de communication à une variété de publics : scientifiques, gestionnaires, usagers de la nature, entreprises, médias

1.2.4. Appartenance de l'équipe à un ou des réseaux scientifiques et socio-économiques

Ce travail de thèse est réalisé à travers deux principaux réseaux de collaboration. Tout d'abord avec le Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE_CNRS Montpellier), puisque ma thèse est co-encadrée par David Grémillet, directeur de l'équipe Ecologie Spatiale des Populations. Le

second réseau de collaboration est le groupe Salinalgue avec lequel j'entretiens de nombreux échanges, y compris via des réunions concernant l'état d'avancement de nos travaux (au moins deux fois par an). D'autres collaborations se sont ajoutées au fur et à mesure du projet, notamment avec le zoo de Bâle (Suisse allemande), le CNRS de Strasbourg et l'Université de Bournemouth (Angleterre) et l'Université du Wisconsin (Etats-Unis).

1.3. Ma thèse dans ce contexte

1.3.1. *Les raisons de mon choix de préparer un doctorat et de travailler sur ce sujet*

A l'issue d'un **premier master en Biodiversité, Ecologie, Evolution**, j'ai souhaité avant de réaliser une thèse, compléter ma formation par un **master professionnel en stratégie développement durable**. Le but était d'acquérir des **compétences appliquées en environnement et gestion de projet** pour **compléter ma formation scientifique**. J'ai donc réalisé un master 2 professionnel traitant des différents aspects du développement durable concernant les **acteurs publics et privés : droit de l'environnement, marchés publics, structures de gestion des espaces naturels, bureau d'études et gestion de projet**. J'ai travaillé pendant six mois dans un bureau d'études dans le cadre de cette formation complémentaire.

Le **lien nature/société** me plaisait beaucoup et j'ai voulu approfondir ce domaine. En effet, je tenais à réaliser une thèse non pas en écologie fondamentale mais dans un domaine appliqué avec un **lien fort entre environnement et activités humaines**. J'ai donc cherché une **thèse en écologie de la conservation** tout en travaillant en stage en bureau d'étude. Ainsi, la proposition d'une thèse sur « l'avenir » des flamants face aux changements d'un **milieu anthropisé** (i.e. les salins de Giraud) m'a immédiatement passionnée. Cette **forte connexion** entre une **activité industrielle et la conservation d'une espèce emblématique**, correspondait tout à fait à mes attentes.

1.3.2. *Mon rôle dans la définition et la programmation du projet*

La problématique de la thèse était bien sûr bien définie puisque la Tour du Valat se doit de répondre à une commande précise pour le groupe Salinalgue. La méthodologie générale (utilisation de modèles prédictifs) était également fixée. Cependant j'ai pu disposer d'une grande liberté et flexibilité pour affiner mon sujet. J'ai donc choisi plus précisément les méthodes pour aboutir aux résultats attendus et j'ai établi et géré des collaborations utiles pour répondre à ces besoins.

2. Déroulement, gestion et coût estimé du projet

2.1. Préparation et cadrage du projet

2.1.1. *Evaluation des facteurs de succès et de risques, stratégies de maîtrise des risques envisagées*

Les différentes étapes à suivre au cours de ma thèse sont assez dépendantes les unes des autres, les résultats de l'étape précédente conditionnant souvent le succès de la suivante. Il existait donc un risque qui pouvait cependant être surmonté par le remplacement de ces résultats par des résultats moins précis et moins adaptés issus de la bibliographie.

En effet, en recherche en général mais peut-être particulièrement en écologie, le fait de travailler sur des espèces animales en milieu sauvage augmente le risque d'échec. Lors d'études comportementales par exemple, il est toujours possible que les animaux « ne coopèrent » pas, rendant ainsi l'expérience envisagée impossible à réaliser. Le plus grand risque de cet ordre pour moi a été l'expérience alimentaire et comportementale que j'ai réalisée sur des flamants en zoo. Je devais mesurer les performances alimentaires des flamants face à différents types et différentes densités de nourriture. Le temps d'habituation a été un peu long mais les oiseaux ont fini par « accepter » de manger une nourriture inhabituelle pour eux. Les résultats obtenus étaient très importants pour le bon déroulement de la suite de mon travail.

2.1.2. *Choix des partenaires nationaux ou internationaux*

Afin de mener à bien mon projet, j'ai établi quatre partenariats principaux. Le premier avec un zoo suisse (le zoo de Bâle) afin de mener l'expérience alimentaire sur des flamants en captivité (les flamants sauvages étant impossible à approcher suffisamment près). J'ai par ailleurs collaboré avec deux chercheurs étrangers qui ont mis au point des outils de modélisation en écologie. Le premier est Warren Porter, de l'Université du Wisconsin aux USA. Ce chercheur a mis au point et breveté un modèle énergétique, NicheMappertTM (Porter, 2008). Ce modèle m'a permis d'estimer les besoins énergétiques des flamants.

Le second chercheur avec lequel j'entretiens une étroite collaboration Richard Stillman de l'Université de Bournemouth. Celui-ci a mis au point un modèle de distribution spatiale, MORPH (Stillman, 2008). MORPH me permet de comprendre comment les flamants se distribuent dans les salins et comment ils réagiraient face à un changement des salins.

Enfin j'ai collaboré avec le CNRS de Strasbourg qui disposé du matériel de laboratoire adéquate pour faire des dosages de lipides et protéines sur des cadavres de flamants morts pendant la vague de froid de février 2012.

2.1.3. Gestion des aspects contractuels (confidentialité, propriété intellectuelle et industrielle)

De part mon rôle très en retrait vis-à-vis de la mise au point des techniques de culture et d'extraction, il n'y a pas eu pour ma part de confidentialité à conserver vis-à-vis des résultats de mon travail. La Tour du Valat dispose d'une manière générale d'une liberté totale de publier l'ensemble des résultats relatifs au projet Salinalgue et ce quelles qu'en soient les conclusions.

2.2. Conduite du projet

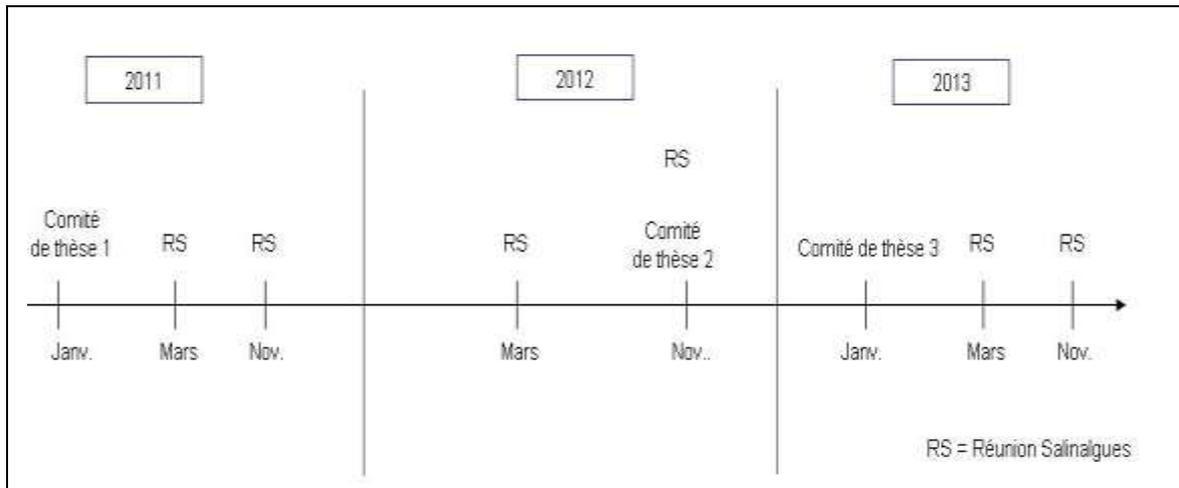
2.2.1. Principales étapes

Durant ma thèse, je travaillais rarement sur un seul aspect de celle-ci. Plusieurs tâches pouvaient être menées en même temps. Malgré cela, mon travail a été organisé en cinq principales étapes successives :

- 1/ Un travail bibliographique et d'appropriation du sujet durant les premiers mois.
- 2/ Une expérience sur l'alimentation des flamants (menée en zoo sur des flamants captifs pendant 3 mois).
- 3/ La rédaction d'un travail de synthèse sur l'utilisation de la modélisation pour la compensation écologique (cette synthèse constitue un article et le premier chapitre de ma thèse).
- 4/ L'utilisation du modèle énergétique, NicheMapperTM, avec l'aide d'une stagiaire de Master 2 que j'ai encadrée pendant 7 mois.
- 5/ L'analyse statistique de données de comptages de flamants dans les salins pendant 20 ans
- 6/ La mise en place du modèle de distribution spatiale, MORPH

Concernant les réunions qui ont ponctué ma thèse, trois comités de thèse ont eu lieu. Ces derniers réunissaient mes trois directeurs de thèse ainsi qu'un chercheur extérieur. Les objectifs étaient de juger du bon déroulement de mon travail et voir si les différentes échéances étaient respectées. Concernant le groupe de travail Salinalgue, nous avons eu deux réunions par an (donc 6 au total). L'ensemble de ces différentes réunions sont identifiées dans la figure ci-dessous.

Réunions avec les directeurs de thèse et réunions avec les équipes du projet Salinalgue qui ont ponctué les trois ans de thèse.



2.2.2. Problèmes rencontrés et solutions apportées

J'ai eu la chance de n'avoir aucun problème majeur à rapporter ici. J'ai bénéficié de tous les partenariats souhaités et mon expérience en zoo, point majeur pour la suite de mon travail, a fonctionné.

2.3. Estimation et prise en charge du coût du projet

2.3.1. Ressources humaines

En plus de ma thèse, cinq autres personnes travaillent à temps complet ou partiel sur le projet Salinalgue à la Tour du Valat :

- Jean-Paul Rullmann, le second doctorant travaillant sur la distribution des invertébrés aquatiques dans les salins (e.i. les proies des flamants)
- Patrick Grillas, directeur scientifique, principal interlocuteur de Salinalgue
- Arnaud Béchet, scientifique chargé du programme flamant (l'un des mes directeurs de thèse)
- Antoine Arnaud, technicien de l'équipe flamant

Il y a eu par ailleurs quatre stagiaires :

- Thomas Boutreux, stagiaire L3, pour l'inventaire des invertébrés dans les salins
- Sophie Labaude, stagiaire M2 sur le modèle énergétique NicheMapper™

- Fanny Lenne, stagiaire BTS Gestion et Protection de la Nature pour l'aide sur le terrain
- Manon Annetin, stagiaire Conservation de la Biodiversité pour des analyses statistiques

Par ailleurs, deux collaborateurs extérieurs ont apporté une contribution non négligeable : Richard Stillman pour le travail sur MORPH et Warren Porter pour NicheMapper™. Il est malheureusement difficile d'estimer le temps affecté par ces deux personnes à mon travail. Le tableau ci-dessous récapitule le temps passé par chacune des personnes associée au projet pour les moyens personnels en interne (Tour du Valat).

Personnes associées au projet Salinalgue en interne (en termes de nombre de mois passés et de proportion de temps passé par mois)

	Mois passés sur le projet	Proportion de temps alloué/mois
Jean-Paul Rullmann	36	100%
Anne-Sophie Deville	36	100%
Patrick Grillas	60	20%
Arnaud Béchet	60	20%
Antoine Arnaud	60	30%
Thomas Boutreux	6	100%
Sophie Labaude	7	100%
Fanny Lenne	4	100%
Manon Annetin	12	100%

2.3.2. Dépenses associées au projet

Mise à part mon salaire, mon étude a nécessité essentiellement des frais de fonctionnement, notamment due à mes déplacements à l'étranger. Les frais de fonctionnement liés à l'achat de matériel sont essentiellement dus au travail de la thèse sur les invertébrés aquatiques (JP Rullmann). Il n'y a qu'un seul contributeur à ma thèse, le budget Salinalgue, issu du Fonds Unique Interministériel (FUI, programme destiné à soutenir la recherche appliquée).

Le bilan de ces dépenses est présenté dans le tableau ci-dessous.

Coût total sur 3 ans

Dépenses de personnel	
Doctorant	28 080
Chercheurs/ingénieur (encadrement)/stagiaires	100 000
Amortissement d'équipement	
1 ordinateur portable	1 000
Frais de mission	
30 sorties de terrain (Kms)	1 500
missions à l'étranger	10 000
Autres frais de fonctionnement	
petit matériel de terrain	5 000
<u>TOTAL</u>	<u>145 580</u>

3. Compétences, savoir-faire, qualités professionnelles et personnelles

3.1. Domaines d'expertises

J'ai aujourd'hui un niveau d'expertise reconnu en écologie des zones humides méditerranéennes. Plus précisément, mon domaine d'expertise est celui du fonctionnement du delta camarguais, autant d'un point de vue écologique que social. Je suis également capable d'utiliser des outils techniques pour étudier ces milieux, notamment les populations d'oiseaux d'eau. Je peux réaliser des prédictions sur les impacts des changements de ces écosystèmes à partir d'expertises de terrain ou d'utilisation de logiciels. Enfin, je suis également en mesure de faire force de propositions pour gérer ces habitats et diminuer les impacts dues aux activités humaines.

3.2. De façon plus large, connaissances acquises dans le champ de la discipline et dans d'autres domaines

Ces trois années de thèse, avec l'ensemble de ma formation et des stages réalisés (8 mois au CNRS et 6 mois en bureau d'étude notamment), me donnent une expertise solide plus large dans les domaines suivants :

- écologie
- évolution / adaptation des espèces à leur milieu
- connaissances naturalistes

- fonctionnement des écosystèmes
- gestion des milieux (autant d'un point de vue biologique et qu'administratif)
- rédactions de documents techniques et institutionnels (réponse aux appels d'offre, aux appels à projet, études d'impacts, dossiers loi sur l'eau ...)
- utilisation d'outils techniques (matériel et techniques de laboratoire ainsi que logiciels spécialisés)

3.3.- Compétences méthodologiques

Comme je disposais d'une grande autonomie, la mise au point d'un plan de travail méthodique était très important pour atteindre mes objectifs. Ceci m'a énormément aidée à ne pas me sentir débordée et à correctement gérer mon temps de travail. Je suis capable de conduire un projet tout en ayant une vision à court et moyen terme.

Par ailleurs, encadrer des étudiants stagiaires a été une expérience très stimulante. Organiser au mieux mon temps de travail pour assurer mon rôle d'encadrement et leur transmettre des connaissances était très enrichissant.

3.4.- Savoir-faire administratifs, linguistiques

Mes compétences administratives concernent la gestion d'un budget (participation à la réalisation de livres analytiques pour le service comptabilité). J'ai également assuré le traitement et le suivi des opérations administratives liées à l'emploi des stagiaires, aux achats de matériels, à l'envoi d'échantillons biologiques via des distributeurs privés (FEDEX). Pour ce dernier cas, la difficulté concernait les travaux administratifs liés à la législation en vigueur vis-à-vis de l'envoi de matériel biologique (déclaration d'espèces protégée pour le flamant ...).

Concernant les aspects linguistiques, ma thèse m'a permis de nettement améliorer mon anglais, écrit et parlé. En effet, la rédaction d'articles en anglais, les présentations orales dans des colloques internationaux et mes deux séjours de longue durée en immersion totale à l'étranger dans le cadre de collaborations (trois mois en Suisse allemande, zoo de Bâle et deux mois à Bournemouth, Angleterre), m'ont été extrêmement bénéfiques.

3.5.- Qualités personnelles

Ces trois années m'ont permis de développer un ensemble de savoir-être, notamment une meilleure assurance dans mes choix et mes compétences. J'ai appris à ne pas me décourager face à une quantité de travail parfois importante.

Il était aussi très intéressant pour moi de développer des compétences de flexibilité et d'adaptabilité dues aux aspects variés de ma thèse (travail de terrain, travail relationnel, statistiques, rédaction en anglais et français, encadrement d'étudiants, communication à un public varié).

Enfin, j'ai appris à présenter mon travail tout en m'adaptant aux différents interlocuteurs rencontrés. C'est lors de réunions avec des gestionnaires ou usagers de la nature que j'ai pu développer une force d'engagement et de conviction. En effet, le flamant ne fait pas l'unanimité en Camargue (problème notamment d'incursion des flamants dans les rizières, rendant la culture inutilisable). J'ai donc appris à discuter de avec diplomatie, que ce soit lors de réunions ou de rencontres sur le terrain.

3.6.- Construction d'un réseau professionnel personnel

Mes nombreux déplacements à l'étranger que ce soit pour des conférences (en Sardaigne, en Angleterre, au CNRS de Chizé, au parc ornithologique de Villars-les-Dombes) ou dans le cadre de collaborations (zoo de Bâle, CNRS Strasbourg, Université de Bournemouth en Angleterre), m'ont permis de rencontrer de nombreuses personnes et de tisser un solide réseau de professionnels. Ces derniers sont non seulement des chercheurs mais aussi des personnes travaillant en ONG, des responsables de zoo, des gestionnaires d'espaces naturels ou encore d'autres étudiants en thèse.

Ma participation à des documentaires pour les médias audio-visuels m'a permis de connaître quelques journalistes scientifiques avec lesquels j'ai conservé un bon contact. J'ai donc la chance de disposer d'un réseau professionnel très varié regroupant des professionnels d'horizons différents.

3.7.- Compétences transférables en dehors de votre domaine de recherche.

J'ai développé durant mon doctorat des compétences pouvant être mise à profit dans le cadre de toute gestion de projet quel qu'en soit le domaine de compétence : l'autonomie, la rigueur, la gestion de projet, la communication orale et écrite, le travail en équipe et le management de personnes. J'ai par ailleurs appris à travailler sous pression en fonction de dates butoirs. Etre confrontée à des interlocuteurs variés m'a permis de développer des capacités d'écoute, de diplomatie et d'adaptabilité.

4. Résultats, impacts de la thèse

4.1. Pour le laboratoire et les partenaires du projet

4.1.1. Résultats

Au moment de l'écriture de ce document, tous les résultats, notamment ceux de la modélisation (modèle MORPH) ne sont pas encore connus. Cependant, les premiers résultats montrent l'importance de cette activité industrielle pour la population de flamants en Camargue, anticipent les impacts à venir et proposent des mesures de gestion. Quelques résultats principaux sont résumés ci-dessous.

Les performances alimentaires des flamants seraient maximales dans les salins.

L'expérience en zoo sur des flamants en captivité a permis de mettre en avant l'importance des quantités importantes d'artémies dans les salins pour les flamants, notamment au moment de la reproduction pendant le nourrissage des jeunes. Cette « expérience alimentaire », appelée la réponse fonctionnelle, est une mesure commune en écologie alimentaire. Elle consiste à comprendre comment les performances alimentaires d'un animal varient en fonction du type et de la densité de nourriture. A titre d'exemple, un loup qui se trouve avec 10 lapins dans un m² sera plus efficace qu'un loup qui se trouve avec 10 lapins dans un hectare, notamment car le temps de capture sera plus court. Par ailleurs, l'efficacité d'ingestion d'un aliment peut varier en fonction de la qualité de cet aliment. Il est en effet plus facile pour des oiseaux de rivage d'ingérer des vers enfouis dans la vase que des coquillages dont ils doivent enlever le revêtement.

La réponse fonctionnelle a donc été mesurée chez le flamant pour comprendre s'ils sont plus performants sur les proies de la colonne d'eau, comme les artémies, ou lorsqu'ils mangent des proies contenues dans le sédiment, comme les larves de chironomes, présentes dans la plupart des étangs en Camargue. Les flamants allant également se nourrir dans les rizières lors du semis de riz en mai (créant des dégâts non négligeables sur les parcelles), j'ai également testé leur performance d'ingestion du riz afin de comprendre l'intérêt de cet aliment comparée aux proies « naturelles ». Les résultats de cette expérience sont résumés dans l'encart 1 qui est une brève écrite pour la « Lettre des lagunes » en mars 2013. Ces résultats ont également été publiés de manière plus formelle dans une revue scientifique, *Ecology and Evolution* en mai 2013. L'article a d'ailleurs fait la couverture du journal.

Les performances alimentaires des flamants seraient maximales dans les salins

La réponse fonctionnelle est la variation du taux d'ingestion en fonction de la densité de nourriture. A titre d'exemple, un prédateur qui se trouve avec 6 proies dans 10m² n'aura pas la même efficacité d'ingestion que si ces 6 proies se trouvaient sur 1ha (principalement car le temps de capture ne sera pas le même). Il s'agit d'un paramètre fondamental lorsqu'on s'intéresse à l'écologie alimentaire d'une espèce. La réponse fonctionnelle est également un paramètre clé pour de nombreux modèles spatiaux utilisés en écologie pour prédire la réponse des populations animales aux changements d'habitat.



Dans le cadre d'un travail de thèse effectué à la Tour du Valat en collaboration avec d'autres centres de recherches (cf. liste ci-dessous), la réponse fonctionnelle du flamant rose (*Phoenicopterus roseus*) a été étudiée.

Les flamants roses sont principalement filtreurs, et possèdent un régime diversifié constitué d'invertébrés aquatiques (principalement l'Artémie (*Artemias spp*) trouvés dans les marais salants et les larves de Chironomes), ainsi que des graines de plantes aquatiques telles que le riz.

La réponse fonctionnelle a été mesurée au zoo de Bâle en Suisse sur 11 flamants captifs en testant ces trois principaux types de nourriture. Pour chaque type de nourriture, différentes densités de nourriture ont été présentées, jusqu'à 13 fois ce que l'on peut trouver en conditions naturelles. Les enregistrements vidéo des animaux ont permis d'estimer les taux d'ingestion en fonction de la densité initiale de nourriture (calculés comme le temps passé par le flamant le bec dans l'eau sur le nombre de proies ou de grains de riz effectivement ingéré(s)).

Contrairement à ce qu'on pouvait attendre d'un filtreur, le taux d'ingestion ne variait pas linéairement avec la densité de nourriture. Selon le type de nourriture considérée, le taux d'ingestion diminuait asymptotiquement ou suivait une forme sigmoïdale.

Autrement dit, d'après cette étude, le flamant n'est pas capable d'ingérer la nourriture proportionnellement à la densité présente : ce n'est pas parce que la densité augmente qu'il sera capable d'en ingérer toujours davantage. Ces résultats montrent que les flamants pourraient être plus limités qu'attendu dans leurs capacités à ingérer de grandes quantités de nourriture, probablement en raison de la structure unique de leur bec qui présenterait des capacités limitées de filtration.

Par ailleurs, d'après cette étude, les flamants roses mettent plus de temps à extraire des larves du sédiment que des Artémies de la colonne d'eau, possiblement en raison d'une obstruction des lamelles du bec par le sédiment. Ceci révèle l'intérêt des Artémies pour les flamants. D'autre part, se nourrir à partir de riz est énergétiquement plus profitable pour les flamants que de se nourrir d'Artémies ou de larves de Chironomes, expliquant leur attirance pour les rizières.



Enfin, cette étude montre également que les densités alimentaires requises pour que le flamant atteigne des taux d'ingestion asymptotiques, sont rarement rencontrées en conditions naturelles, et quelque soit le type de nourriture présenté dans cette étude. Ceci permet de prédire un effet négatif immédiat d'une baisse de densité de proies sur les performances alimentaires du flamant.

Crédit photo : Etude menée en captivité sur les flamants au zoo de Bâle (Suisse). Crédits photos : Anne-Sophie DEVILLE/Tour du Valat

Référence bibliographique :

*Non-linear feeding functional responses in the Greater Flamingo (*Phoenicopterus roseus*) predict immediate negative impact of wetland degradation on this flagship species.*

La salinité de l'étang, sa morphologie et la densité d'artémies peuvent prédire la distribution des flamants dans les salins.

Objectif :

Comprendre les paramètres environnementaux qui expliquent la distribution spatiale des flamants dans les salins. Les résultats obtenus permettront ensuite d'améliorer la paramétrisation du modèle MORPH (modèle de distribution spatiale des flamants dans les salins).

Méthode

Analyses statistiques réalisées sur des données historiques (1991 à 2008) de comptages des flamants dans les salins.

Résultats

- La salinité de l'étang et sa forme sont les deux principaux facteurs expliquant la distribution des flamants dans les salins.
- les flamants préfèrent les bassins de forme simple (l'idéal pour eux est un grand cercle)
- la gamme de salinité où l'on trouve le plus de flamants correspond à la gamme de salinité contenant le maximum d'artémies.
- la salinité peut-être un bon proxy pour estimer la présence d'artémies et donc de flamants.

Conséquences du projet Salinalgue

Si la salinité baisse en dessous de 80 g/L, la quantité d'artémies diminuera due à la compétition avec d'autres invertébrés. Les flamants se distribuent pour l'instant dans les étangs contenant un maximum d'artémies mais si cette proie vient à baisser, ils se tourneront certainement sur des proies alternatives.

Les flamants roses ne deviendront pas blancs pour plusieurs raisons :

- grâce à la proximité des salins d'Aigues-Mortes (toujours en activité, sans projet de fermeture)
- tous les habitats méditerranéens abritant des flamants roses ne sont pas des salins (et les flamants roses de ces zones ne sont pas blancs !)
- l'artémie n'est pas la seule proie des flamants contenant des caroténoïdes (tous les crustacés en contiennent, même si les quantités sont plus faibles)

4.1.2. Impacts de la thèse

Cette thèse a été l'occasion pour la Tour du Valat de se pencher sur l'écologie alimentaire du Flamant, aspect qui avait été mis de côté au profit d'études sur sa dynamique spatio-temporelle à l'échelle méditerranéenne. Cette thèse aura par ailleurs permis à la Tour du Valat d'être impliquée dans le projet Salinalgue dès sa conception. La Tour du Valat a ainsi l'avantage de pouvoir limiter plus efficacement, en amont, les impacts sur les flamants mais aussi plus largement sur l'ensemble des oiseaux d'eau des salins.

La conjoncture économique actuelle entraîne un abandon des salins dans de nombreux pays occidentaux, entraînant les impacts évoqués plus haut sur les populations d'oiseaux d'eau. Ce travail de thèse intéresse donc de nombreux autres salins en reconversion. Enfin, les publications issues de ce travail contribuent à confirmer et maintenir l'expertise et la renommée scientifique du laboratoire sur la biologie du flamant rose.

4.2. Impacts de la thèse pour vous-même.

Ces trois années passées à m'impliquer dans ce projet alliant recherche et conservation sur cette espèce emblématique m'ont énormément apportées, autant sur le plan professionnel que personnel. Tout d'abord, il s'agit de ma première longue expérience de travail. J'ai apprécié cette double vision, à court et moyen terme dans les différentes tâches demandées. Outre les compétences techniques directement liées à mon sujet de thèse, la liberté et la confiance qui m'ont été accordées m'ont non seulement permis de développer mon autonomie mais j'ai également du faire preuve d'ingéniosité et d'astuce pour faire face aux différentes situations.

Même si le travail s'achève fin 2013, je ressens déjà une grande satisfaction à avoir mené, jusqu'à aujourd'hui, à bien ce projet. J'ai également eu la chance de participer à des documentaires télévisés (Thalassa, une rencontre une chance, C'est pas sorcier et un documentaire en cours de tournage pour Arte). Ces expériences ont été extrêmement enrichissantes et m'ont fait connaître le monde de la communication et de la vulgarisation scientifique.

5. Identifications de pistes professionnelles

Identifier au moins deux pistes : précisez les fonctions et les types de recruteurs (secteurs d'activité et exemples d'entreprises).

J'envisage principalement deux pistes professionnelles à l'issue de ma thèse. Tout d'abord travailler en tant que chargée de projet ou de programmes dans des structures de gestion et de

protection de l'environnement : parcs nationaux, Conservatoire du Littoral ou ONG environnementales (WWF, IUCN, Noé Conservation ...). Dans ces structures, le chargé de mission organise et manage le bon déroulement d'un programme de gestion et/ou de conservation. Il doit avoir de bonnes connaissances en écologie mais doit aussi être en mesure de gérer une enveloppe budgétaire, répondre à des appels à projets pour obtenir des financements, tenir la partie administrative et souvent gérer une équipe pluridisciplinaire.

La seconde piste envisagée, peut-être moins « naturelle », serait la communication et la vulgarisation scientifiques. La rédaction d'articles de vulgarisation, le transfert de connaissances, la participation aux enquêtes journalistes sont des domaines qui me plairaient beaucoup.

Valorisation des compétences, NCT®

Sahia, Dodo Mahaman Bachir

Ecole doctorale : Sciences Chimiques et Biologiques pour la Santé

Etablissement : Université Montpellier 1

Laboratoire : INM, INSERM U1051, Equipe Surdités, acouphènes et thérapies

***Mentor* : Pierre Besson**

**Identification de nouvelles protéines
synaptiques de la cellule ciliée interne**

Directeur de thèse : Régis Nouvian
Co-directeur de thèse : Frédéric Vénail

Présentation orale du « NCT » : 20/06/2013

1. CADRE GENERAL

1.1. ENJEUX SCIENTIFIQUES

Les cellules ciliées internes (CCI) sont les cellules sensorielles de l'organe de l'audition (la cochlée) et transforment les ondes sonores en message nerveux. En réponse à une stimulation acoustique, les cellules ciliées libèrent un neurotransmetteur (du glutamate) sur les neurones auditifs primaires. Le message nerveux est ensuite véhiculé jusqu'au cerveau. L'étape de libération du neurotransmetteur (l'exocytose) est donc essentielle au codage de l'information sonore.

Si l'exocytose des cellules nerveuses du cerveau a bien été caractérisée, celle des cellules ciliées reste encore en grande partie inconnue. En effet, les cellules ciliées semblent utiliser un contingent de protéines pour libérer le glutamate qui diffère de celles du système nerveux central. En outre, les quelques protéines clairement identifiées de l'exocytose des cellules ciliées sont à l'origine de surdités chez l'homme.

1.2. ENJEUX ECONOMIQUES

Les déficits auditifs sont un véritable enjeu de santé publique. En effet, les problèmes auditifs affectent 16% des Européens, et représentent un coût économique de 213 milliards d'euros par an (22.4 milliard d'Euros en France; Shield, 2006). L'identification des mécanismes responsables de dysfonctionnement de l'oreille interne est une étape indispensable dans le développement de futures thérapies.

2. PLACE DE MA THESE DANS LE PROJET DE L'EQUIPE

Ce sujet est capital pour l'équipe de recherche parce qu'il permettra la meilleure compréhension du **mécanisme de la transmission synaptique** de la cochlée qui est l'un des principaux axes de recherche de l'équipe.

Mon sujet de thèse a été élaboré avant mon arrivée dans l'équipe, à partir des travaux préliminaires de mon directeur de thèse. Il a démontré que les synapses en ruban des CCI n'expriment pas les protéines SNAREs. Les protéines SNAREs sont essentielles à l'exocytose des vésicules synaptiques dans le système nerveux central. Ce faisant, les CCI pourraient utiliser un autre contingent de protéines synaptiques pour assurer la sécrétion de glutamate sur le nerf auditif.

Mon sujet de thèse consiste à identifier de nouvelles protéines synaptiques des cellules sensorielles auditives. La caractérisation de ces protéines permettra de comprendre le mécanisme moléculaire de l'exocytose des cellules sensorielles auditives, mais aussi, de disposer des candidats pouvant être à l'origine de déficits auditifs tels que des surdités et acouphènes (bourdonnement d'oreilles).

3. MOI DANS LE CONTEXTE

3.1. MON PARCOURS

Depuis très petite, j'ai toujours eu envie de découvrir et d'observer le vivant et plus tard j'ai commencé à vouloir le comprendre. Je me rappelle encore du jour où j'ai découvert la cellule pour la première fois. Nous avons observé l'épiderme interne d'écaille d'oignon au microscope. C'était merveilleux, et depuis j'ai compris que j'aime vraiment la découverte et la compréhension du monde du vivant.

Après le Master 1 Biologie-Santé, j'ai fait le Master 2 Neuropsychologie. Pendant ce master j'ai acquis des connaissances qui sont intéressantes, notamment la neuropsychologie, pathologies, anatomie et imagerie du cerveau. Je n'avais pas eu l'opportunité de faire un stage dans un laboratoire de recherche, j'ai fait un stage à l'hôpital, au service de neurologie où je passais des tests à des patients. Pendant ce stage j'ai senti une limite puisque je n'avais pas l'occasion d'utiliser toutes les connaissances que j'avais acquises lors des cours théoriques. L'année suivante, j'ai fait le Master 2 Biotechnologie qui m'a permis de faire un stage de recherche dans un laboratoire et ainsi de retourner dans la recherche et de faire une thèse.

3.2. POURQUOI MOI ?

J'avais répondu à une annonce pour le poste. L'autonomie est une qualité nécessaire chez le candidat recherché. J'ai donc été sélectionnée pour ma capacité à travailler de façon autonome et aussi parce que j'aime la technique du double hybride, technique qui sera utilisée pour ce travail.

3.3. POURQUOI CE SUJET ?

Pour mener ce travail il fallait utiliser la technique de double-hybride. C'est une technique qui m'attire. Le principe de la technique me plaît beaucoup. L'idée de découvrir des protéines en utilisant leurs interactions avec d'autres protéines, je trouve cela très ingénieux et très beau. J'ai découvert la technique pendant les travaux pratiques en Licence de Biochimie. En plus, il y avait déjà le financement pour les deux premières années. J'avais la possibilité de commencer et par la suite chercher le financement pour la troisième année.

3.4. FACTEURS DE SUCCES

L'équipe de recherche est multidisciplinaire et travaille depuis plusieurs années sur l'audition. Elle possède un savoir scientifique et technique dans le domaine de l'histologie, électrophysiologie, physiopathologie, biologie moléculaire, génétique, thérapie et modélisation de l'oreille interne.

3.5. FACTEURS DE RISQUES

Mon directeur est électrophysiologiste et le sujet nécessite de l'expertise en biologie moléculaire qu'il n'a pas. Pour faire face, nous avons sollicité l'aide d'un biologiste moléculaire qui fait partie de l'équipe.

Comme cet encadrant travaille à l'hôpital la majorité du temps, il n'est pas très disponible au laboratoire. Pour pallier à ce problème, j'interagis avec d'autres spécialistes de biologie moléculaire dans le laboratoire.

La technique utilisée aussi comporte des risques parce qu'il peut y avoir des faux positifs et faux négatifs. J'ai répété la même expérience 3 fois pour augmenter la chance d'obtenir de bons résultats.

4. DEMARAGE ET LANCEMENT DU TRAVAIL

Avant de commencer la thèse, j'ai effectué un stage de 3 mois dans l'équipe. Ce stage m'a permis de découvrir l'équipe de recherche dans laquelle j'ai choisi de faire ma thèse.

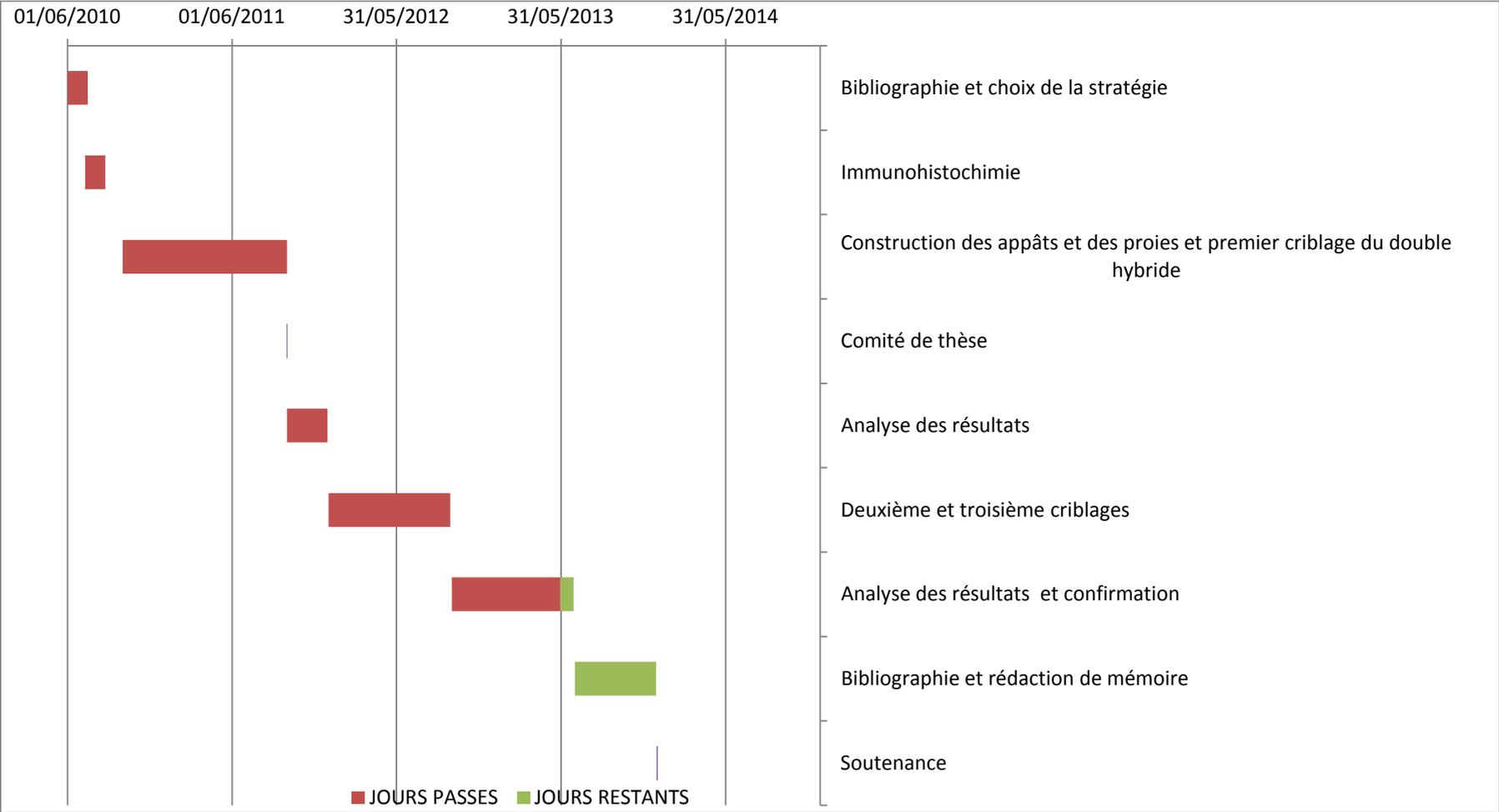
J'ai aussi fait de la bibliographie pour bien cerner mon sujet de thèse et j'ai réfléchi pour mettre en place la stratégie que je devrai utiliser pour ce travail (c'est-à-dire j'ai choisi les protéines qui vont me servir d'appât pour faire la technique du double hybride, j'avais choisi trois protéines qui sont spécifiques de la cellule ciliée). A la fin de cette étape j'ai compris que mon sujet était très gros et ambitieux et qu'il ne serait pas judicieux de tout commencer en même temps. J'ai donc décidé de diviser le travail en 3 étapes. Travailler avec les protéines l'une après l'autre, pas les trois en même temps.

Comme le travail nécessite l'utilisation de modèles animaux, à la fin de stage je me suis entraînée à travailler avec les animaux et j'ai appris la technique de l'immunohistochimie.

Pendant ce stage j'ai aussi travaillé sur un autre sujet de recherche. C'est un travail qui a été commencé par l'un de mes encadrants.

5. DEROULEMENT DE LA THESE

5.1. LES ETAPES



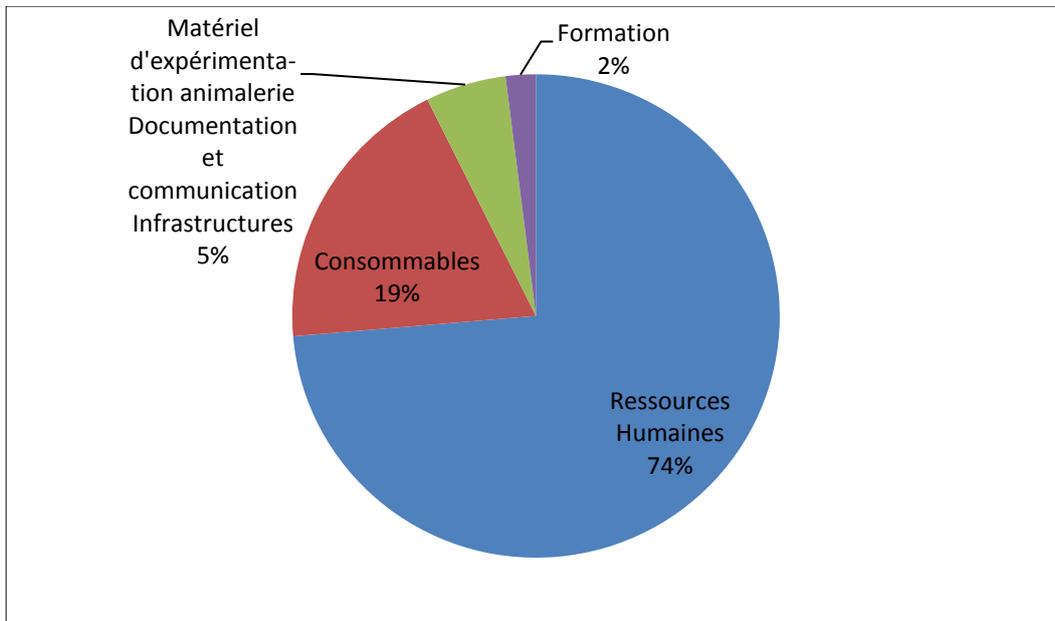
5.2. ESTIMATION ET PRISE EN CHARGE DU COUT

Ma thèse s'élèverait à environ 132000 euro. Les salaires constituent la majorité des dépenses. Les financements sont issus de plusieurs sources différentes.

Nature de la dépense	Détails *		Coûts totaux (euros TTC)				Origine des fonds
			Nombre d'unités	Coût unitaire moyen	Quote-part utilisation	Total	
Ressources Humaines	Salaire brut	Charges					
Doctorant	1684	505	36	2189	100%	78804	FRM 52536 et Aviesan 26268
Encadrant 1	2700	810	36	3510	10%	12636	CNRS
Encadrant 2	2700	810	36	3510	5%	6318	Hôpital
Sous-total Ressources Humaines						97758	
Consommables							
Fournitures expérimentales	12000/an				70%	25200	INSERM FRM Aviesan
Sous-total Consommables						25200	
Matériel d'expérimentation							
Animalerie							
Documentation et communication							
Infrastructures							
Sous-total	39494/mois pour le laboratoire		36		0,50%	7108	INSERM
Formation							
Formations				1500		1500	INSERM
Autres frais (Inscription à l'Université, Sécurité Sociale étudiante, etc.)				1155		1155	Moyens personnels
Sous-total Formation						2655	
TOTAL						132721	

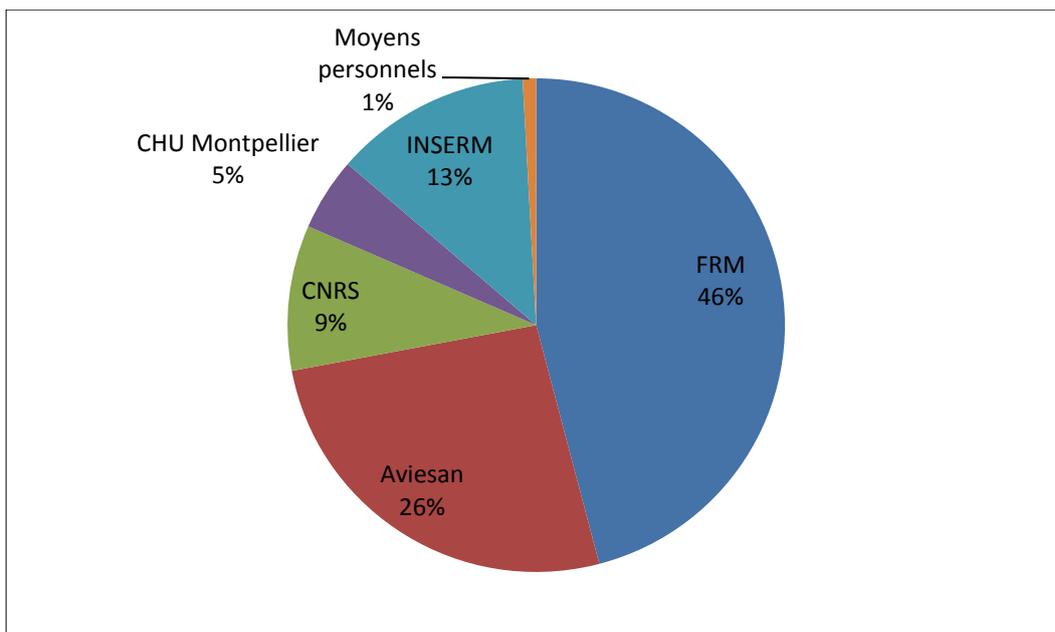
5.3. NATURE DES DEPENSES

Les dépenses les plus onéreuses sont les ressources humaines et les consommables.



5.4. ORIGINES DES FINANCEMENTS

Les plus grandes sources de financement sont la FRM, l'Aviesan, l'INSERM et le CNRS.



6. COMPETENCES

6.1. SAVOIR

DOMAINES	ILLUSTRATIONS
L'OREILLE ET LA CELLULE CILIEE INTERNE	J'ai approfondi mes connaissances sur l'oreille et plus précisément sur la cellule ciliée interne en discutant avec des experts dans le domaine, j'ai assisté à des présentations des chercheurs qui travaillent sur l'oreille. J'ai aussi fait des recherches bibliographiques.
BIOLOGIE MOLECULAIRE, CELLULAIRE ET DOUBLE HYBRIDE	Le travail de la thèse m'a aussi permis d'améliorer mes connaissances de biologie moléculaire et de double hybride.
EXPERIMENTATION ANIMALE	J'ai fait la formation Expérimentation animale niveau 2 où j'ai appris l'expérimentation et la réglementation en vigueur.
FORMATIONS DE L'ECOLE DOCTORALE	J'ai aussi assisté à différentes formations de l'école doctorale.

6.2. SAVOIR-FAIRE

DOMAINES	ILLUSTRATIONS
BIOLOGIE MOLECULAIRE ET CELLULAIRE, DOUBLE HYBRIDE ET BIOCHIMIE	Techniques de biologie moléculaires (RT-PCR, PCR, clonage, génotypage, analyse de séquençage, culture et transformation de bactéries, levures et cellules eucaryotes, Extraction et purification des acides nucléiques et des protéines, électrophorèse) et biochimie (western-blot, enzymologie).
EXPERIMENTATION ANIMALE	Entretien de lignée de souris et immunohistochimie.
UTILISATION DES OUTILS INFORMATIQUES	Blast, Bioedit, Lalign et Expazy pour l'analyse des séquences. Primer3 et RestrictionMapper pour le clonage. Pubmed pour la recherche bibliographique. ImageJ pour analyser les images de microscopie à fluorescence. GraphPad Prism pour tracer des graphiques.
UTILISATION DES APPAREILS	Le Thermocycler pour faire les PCR. La centrifugeuse pour extraire et purifier les acides nucléiques et les protéines et pour isoler des cellules qui se trouvent dans un milieu liquide. Cytofluor pour étudier les activités enzymatiques des protéines. Microscope confocal pour voir la localisation des protéines dans les tissus et dans les cellules. Le Nanodrop et le Spectromètre pour mesurer les concentrations de solutions et des milieux de culture cellulaire. Le Speed-vac pour concentrer les solutions.
GESTION DES APPROVISIONNEMENTS DES PRODUITS ET MATERIELS	J'effectue les demandes de devis auprès des agents commerciaux et j'effectue les commandes de mes produits et des produits et matériels de mon encadrant. Je commande aussi certains produits communs à l'équipe. Je fais les commandes d'animaux pour mes expérimentations.

6.3. SAVOIR-ETRE

DOMAINE	ILLUSTRATIONS
<p>COMMUNICATION</p>	<p>L'expérience de la thèse m'a servi à développer mes capacités de communication.</p> <p>J'ai assisté à des réunions d'équipe hebdomadaires. Ces réunions sont l'occasion de parler de l'avancement des travaux de chaque membre de l'équipe mais aussi de parler de nos recherches bibliographiques. Lors de ces réunions j'ai appris à discuter de différents sujets scientifiques avec d'autres chercheurs et ces réunions m'ont aussi permis de m'informer régulièrement sur les nouvelles avancées scientifiques.</p> <p>J'ai des entretiens réguliers que je propose à mes deux encadrants. Pendant ces entretiens je les informe de l'évolution de mon travail, des problèmes rencontrés et les solutions que j'ai cherchées. Ce qui m'a permis de développer ma capacité de réfléchir de façon autonome et ma capacité de faire des suggestions.</p> <p>J'ai fait des présentations orales lors des séminaires du laboratoire et aussi lors de la manifestation scientifique organisée par l'association TGFβ des étudiants de mon laboratoire. Cela m'a permis de m'entraîner à faire des présentations orales devant un public plus nombreux que mon équipe.</p> <p>J'ai aussi l'habitude d'aller vers les personnes de mon laboratoire qui ont de l'expertise en biologie moléculaire pour discuter de mes expériences et de mes observations.</p>
<p>AUTONOMIE POUR REFLECHIR ET PRENDRE DES DECISIONS</p>	<p>J'établis mes protocoles expérimentaux, je réfléchis sur les techniques à utiliser, matériel nécessaire, le temps, choix : protocole le plus rapide, ou le moins cher ou celui qui donne des résultats de meilleure qualité. J'ai ainsi amélioré mon autonomie pour réfléchir et prendre des décisions.</p>
<p>GESTION DE LA QUALITE</p>	<p>Je prévois des contrôles des différents paramètres à chaque étape de mes expérimentations, ce qui me permet de juger la qualité et la fiabilité de mes résultats.</p>
<p>CAPACITE D'ANALYSE</p>	<p>J'analyse les résultats de mes expérimentations et je fais la bibliographie pour rechercher des informations. Ceci est bénéfique pour mon esprit d'analyse et de synthèse.</p>
<p>PARTICIPER AUX TRAVAUX DES AUTRES</p>	<p>Je participe à l'entretien des lignées de souris pour un de mes encadrants et je travaille sur un travail qui a été commencé par mon autre encadrant. Ces deux tâches ne font pas partie de mon sujet de thèse, j'ai accepté de les faire parce que j'ai l'expertise nécessaire et je pense qu'il est important de contribuer aux travaux des autres. C'est bien pour développer la capacité de travailler en équipe et la capacité de travailler sur différents projets en même temps.</p>

7. PROBLEMES RENCONTRES

Le projet requiert beaucoup d'expérimentations. Depuis le début de la thèse j'ai identifié ce problème. Il y avait beaucoup d'expérimentations et pas de personnel technique. Je me suis dit que la solution serait de beaucoup travailler. Je me suis mis la pression et je me suis mise à faire de longues journées de travail et aussi à travailler les weekends. Vers la fin de la deuxième année j'ai commencé à être fatiguée et aussi à avoir le sentiment de ne pas avancer rapidement. Et comme je suis souvent fatiguée je n'arrive plus à faire du sport. J'ai pris 16 KG en deux ans j'ai des insomnies. Tout ceci est la conséquence de la pression que je me mets. Depuis quelques mois j'ai décidé de m'organiser pour travailler moins les weekends et essayer de me reposer pour pouvoir mener à bien les étapes restantes de ma thèse.

8. IMPACTS DE LA THESE

8.1. POUR LE LABORATOIRE

Les résultats de ma thèse vont améliorer la connaissance du mécanisme de la transmission du signal auditif qui est l'un des grands axes de recherche de cette équipe. L'identification de nouvelles protéines synaptiques de la CCI permettra d'obtenir de nouveaux candidats dont les structures et fonctions devront être étudiés par d'autres membres de l'équipe. Le résultat de ce travail va donc engendrer de nouveaux sujets de recherche pour l'équipe.

8.2. POUR LA RECHERCHE

Il a été démontré que des mutations dans les protéines connues de la synapse de la CCI sont à l'origine des déficits auditifs comme des surdités et acouphènes.

L'identification de nouvelles protéines permettra de mieux comprendre le mécanisme moléculaire de l'exocytose des cellules sensorielles auditives, mais aussi, de disposer des candidats pouvant être à l'origine de déficits auditifs.

8.3. POUR LA SOCIETE

Les nouvelles protéines identifiées feront l'objet d'études fonctionnelles (par des électrophysiologistes) et structurales (par des morphologistes). Ceci permettra une meilleure compréhension des déficits auditifs et ainsi d'envisager des thérapies. Il pourrait s'agir de thérapies toutes proches comme la pharmacologie locale, ou plus lointaines comme la régénération cellulaire, les cellules souches et la thérapie génique.

8.4. POUR MOI

Cette thèse me permet d'acquérir des compétences scientifiques et techniques en biologie moléculaire et des compétences relationnelles. La réussite de ce projet me permettra d'être identifiée comme une spécialiste de la biologie moléculaire des cellules ciliées.

Elle m'a permis de comprendre que la recherche fondamentale est très longue pour aboutir aux résultats et que je serai plus épanouie dans la recherche appliquée, où les objectifs sont atteints plus rapidement.

9. IDENTIFICATION DES PISTES PROFESSIONNELLES

	Atouts	Avantages	Inconvénients
Chargé de recherche en France dans des structures comme le CNRS et INSERM.	Les compétences scientifiques, techniques et le savoir-être développés au cours de ma thèse sont en concordance avec ce poste.	Possibilités de faire la recherche.	La complexité des démarches administratives en France.
Agent de recherche au Canada dans le CNRC.	Les compétences scientifiques, techniques et le savoir-être développés au cours de ma thèse sont en concordance avec ce poste.	Possibilités de faire la recherche. Facilité des démarches administrative au Canada	L'éloignement par rapport au Niger. Le climat.
Enseignant chercheur à l'Université Abdou Moumouni de Niamey au Niger.	Connaissance du pays. J'ai suivi une formation pour apprendre les outils de l'enseignement supérieur.	L'université Abdou Moumouni organise un recrutement des enseignants-chercheurs chaque année.	La faible capacité de financement de la recherche.
Biologiste dans un organisme de recherche comme Epicentre au Niger.	La connaissance des techniques de biologie moléculaire.	Le laboratoire Epicentre recrute du personnel au Niger.	

Clara DOMBRE

Ecole doctorale Sciences des Procédés – Sciences des Aliments

Université Montpellier II & INRA

UMR IATE (Ingénierie des Agropolymères et Technologies Emergentes)

Vin et plastique : une idée fantastique ?



Date de présentation du NCT : 20 juin 2013-05-21

Mentor : Delphine BAHRI

Sujet académique de la thèse : Étude des propriétés barrières aux composés organiques volatils d'emballage en PET et influence sur la qualité organoleptique du vin

Directrice de thèse : Pascale CHALIER

Soutenance de thèse : prévue en décembre 2013



TABLE DES MATIÈRES

I – Cadre général et enjeu de la thèse	3
Cadre de ma thèse	3
Contexte et objectif du projet NOVINPAK	3
Ma thèse dans ce projet	4
Moi dans le contexte de ma thèse.....	4
II – Déroulement, gestion et cout estimé du projet	5
cadrage du projet – évaluation des facteurs de succes et de risques	5
Facteurs de succès	5
Facteurs de risques	5
Conduite du projet.....	5
Principales étapes / planification.....	6
Gestion des relations avec les partenaires	6
Estimation et prise en charge du coût du projet	7
III – Compétences, savoir-faire, qualités professionnelles et personnelles	8
Domaine d’expertise scientifiques et techniques.....	8
Acquisition de connaissances	8
Acquisition de compétences.....	8
Compétences méthodologiques	8
Compétence générales en gestion de projet / méthode de travail.....	8
Communication	8
Enseignement et pédagogie	9
Savoir-faire administratifs, organisationnels	9
Qualités personnelles	9
Construction d’un réseau professionnel.....	10
Compétences transférables en dehors du domaine de recherche.....	10
IV – Résultats, impacts de la thèse	11
Impacts scientifiques	11
Impacts personnels.....	11
V – Identification des pistes professionnelles	12

CADRE DE MA THESE

Ma thèse est réalisée dans le cadre du projet FUI NOVINPAK « **Ecoconception d'un emballage innovant pour les vins de qualité** », qui regroupe plusieurs partenaires scientifiques dont l'UMR Sciences Pour l'Œnologie SPO (Montpellier), l'unité expérimentale de Pech Rouge (Gruissan), l'IRSTEA (Montpellier), le Laboratoire "Polymères, Biopolymères, Surfaces" de l'université de Rouen ainsi que des partenaires industriels dont l'UCCOAR – Union des Caves Coopératives de l'Ouest Audois et du Razès (Narbonne), SIDEL – Société Industrielle des Emballages Légers (Le Havre) et PURE ENVIRONNEMENT (Perpignan).

La finalité de ce projet est de permettre la mise sur le marché de vins conditionnés en bouteilles plastiques (polyéthylène téréphtalate - PET) avec des solutions optimisées.

CONTEXTE ET OBJECTIF DU PROJET NOVINPAK

Le programme Novinpak a pour ambition de renforcer la compétitivité de la filière vin française en apportant des réponses innovantes :

- Aux exigences actuelles de la réglementation et des distributeurs pour l'accès aux marchés des vins à l'export et sur le marché national
- A l'intégration du développement durable dans les échanges marchands globaux

Aujourd'hui l'ensemble des entreprises de négoce et de conditionnement du vin cherche des nouvelles solutions de conditionnement pour rester compétitifs et conquérir de nouvelles parts de marché. Dans ce paysage, la solution NOVINPAK trouve alors tout son sens et sa cohérence pour des vins milieu de gamme. Le projet NOVINPAK a l'ambition de répondre aux attentes des distributeurs et des fournisseurs de vin, tout en respectant le choix des consommateurs. La solution PET obtenue à l'issue du projet vise à dépasser l'état de l'art et à apporter une réponse innovante, économique et respectueuse de l'environnement : une bouteille à base de PET monocouche incluant **50% de PET recyclé** et qui possède des propriétés barrières optimales vis-à-vis de l'oxygène et des arômes pour assurer le maintien de la **qualité du vin** rosé dans le temps (par **l'inclusion d'absorbants d'oxygène** dans la masse du plastique qui vont protéger le vin de l'oxydation), tout en permettant une **recyclabilité optimale** de l'ensemble de l'emballage.

Le projet poursuivra 3 axes d'innovation majeurs:

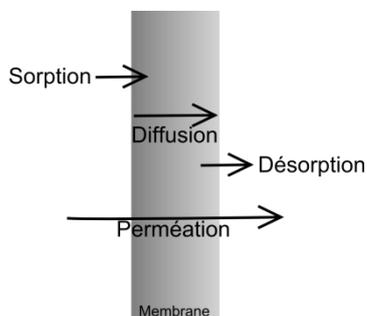
- Les axes d'innovation **MATERIAUX** : Développer un emballage monocouche allégé adapté aux vins en PET 100% recyclable, s'insérant dans les filières de recyclage et de valorisation existantes, avec l'introduction de 50% de PET recyclé. L'intégration d'absorbant d'oxygène couplé à un système d'obturation complémentaire pour une maîtrise optimale des gaz dissous permettra un maintien de la qualité des vins rosés ciblés.
- Les axes d'innovation **PROCESS** : Développer un procédé de maîtrise des gaz dissous au cours de la fabrication des bouteilles PET et de leur remplissage, intégrer un contacteur membranaire pour la maîtrise de l'oxygène et du gaz carbonique sur la ligne de conditionnement juste avant la tireuse.
- Les axes d'innovation **QUALITE PRODUIT** : Prédire la qualité organoleptique d'un vin et sa durée de vie grâce, d'une part, à la maîtrise de la quantité d'oxygène apportée au cours du procédé de conditionnement et d'autre part, à la maîtrise des transferts d'oxygène et des composés organiques volatils au cours du stockage.

MA THESE DANS CE PROJET

Mon projet de thèse s'intègre dans l'axe d'innovation QUALITE PRODUIT. Il est ciblé sur les **modifications du profil aromatique du vin** conditionné dans du PET.

Les objectifs de ma thèse sont :

- Étudier et maîtriser les **transferts d'arômes et d'éthanol** au travers de l'emballage :



Le plastique n'étant pas une barrière inerte, des molécules, comme les arômes, l'eau ou l'oxygène peuvent le traverser. Les phénomènes de sorption, de diffusion, de désorption et de perméation (présentés dans la figure 1) sont étudiés pour évaluer la perte de ces molécules due aux transferts au travers de l'emballage.

Figure 1 : Phénomènes de transferts

- Évaluer les **réactions d'oxydation** des composés d'arôme en relation avec les transferts d'oxygène au travers de la bouteille et la **protection par les absorbeurs d'oxygène**.
- Étudier la **modification du profil aromatique** global d'un vin conditionné en PET au cours du stockage en prenant en compte l'impact des transferts et des phénomènes de dégradation.

Une corrélation entre les propriétés de transferts et la durée de vie du vin en choisissant un ou des marqueurs de qualités sera établie. On s'attachera à prédire les transferts et donc la durée de vie du vin en tenant compte des propriétés barrières des emballages et de leur possible évolution. Les résultats obtenus devraient contribuer au développement d'une approche raisonnée et multicritère permettant de proposer des systèmes d'emballages adaptés au vin.

MOI DANS LE CONTEXTE DE MA THESE

J'ai une formation universitaire dans le domaine de l'agro-alimentaire, avec une spécialisation en emballage alimentaire. J'ai eu l'occasion lors de mes études de réaliser **plusieurs stages**, le premier dans le domaine de la qualité dans une industrie agro-alimentaire (PME) puis successivement les trois suivants en laboratoire de recherche spécialisés dans les aliments ou leurs emballages. J'ai eu l'occasion de travailler sur divers sujet dont deux axés sur les emballages innovants : l'évolution des fraises lors d'un conditionnement en atmosphère modifiée, le développement d'un emballage alimentaire à base de protéines de soja et présentant des propriétés antimicrobiennes, et la détermination de la qualité de cuisson d'un riz en fonction de sa texture. Ces projets divers m'ont donné le **goût de la recherche** et de la vie de laboratoire. J'ai donc, après avoir obtenu mon master, postulé à une thèse proposée par un des laboratoires qui m'avait déjà accueilli pour un stage : l'UMR IATE (Ingénierie des agro-polymères et des technologies émergentes), l'équipe Transmat, dans laquelle je réalise ma thèse, travaille plus particulièrement sur les **interactions entre emballages et aliments** avec notamment des problématiques emballage innovant, biodégradable, actif...

Le bon déroulement de ma thèse nécessite une étroite collaboration avec les différents partenaires du projet et notamment avec le laboratoire SPO qui possède l'expertise en matière de vin et où j'effectue une partie de mes expérimentations.

FACTEURS DE SUCCES

- Les **compétences**, l'**expertise** et le matériel nécessaire en termes d'étude des transferts de matières (arôme) est disponible au sein même du laboratoire IATE.
- L'expertise requise dans le **domaine des arômes du vin** est apportée par le laboratoire SPO, et dans le domaine de l'étude des **caractéristiques des matériaux** par le CNRS de Rouen, tous deux partenaires du projet NOVINPAK.
- Le financement est assuré et permet une certaine aisance dans l'utilisation et l'achat de matériel.

FACTEURS DE RISQUES

- L'implication de partenaires industriels dans le projet rend celui-ci en partie **confidentiel** ce qui complique les choses en terme de **communication externe** des résultats.
- Un des matériaux utilisé étant fourni par un industriel externe au projet, la composition de celui-ci est resté inconnu de l'équipe scientifique ce qui limite la pertinence de l'analyse des résultats
- Le projet est **ambitieux** mais les expérimentations étant dépendantes des contraintes de chacun des partenaires et du sujet d'analyse (le vin rosé étudié ne pouvant pas être mis en bouteilles avant d'arriver à maturité), le nombre de questions scientifiques est diminué (par exemple pas de travail sur les bouteilles de 250mL comme convenu en début de projet).
- L'**absence de technicien** dans le laboratoire IATE complique la démarche expérimentale. Pour assurer la partie expérimentale de ma thèse une **bonne organisation** ainsi que le **recrutement de stagiaires** est nécessaire, de plus l'organisation interne du laboratoire (rangement, propreté, approvisionnement) est aussi à la charge des thésards.

PRINCIPALES ETAPES / PLANIFICATION

Mon projet de thèse s’inscrit dans le cadre du projet NOVINPAK dont les grands axes sont présentés dans la figure 2.

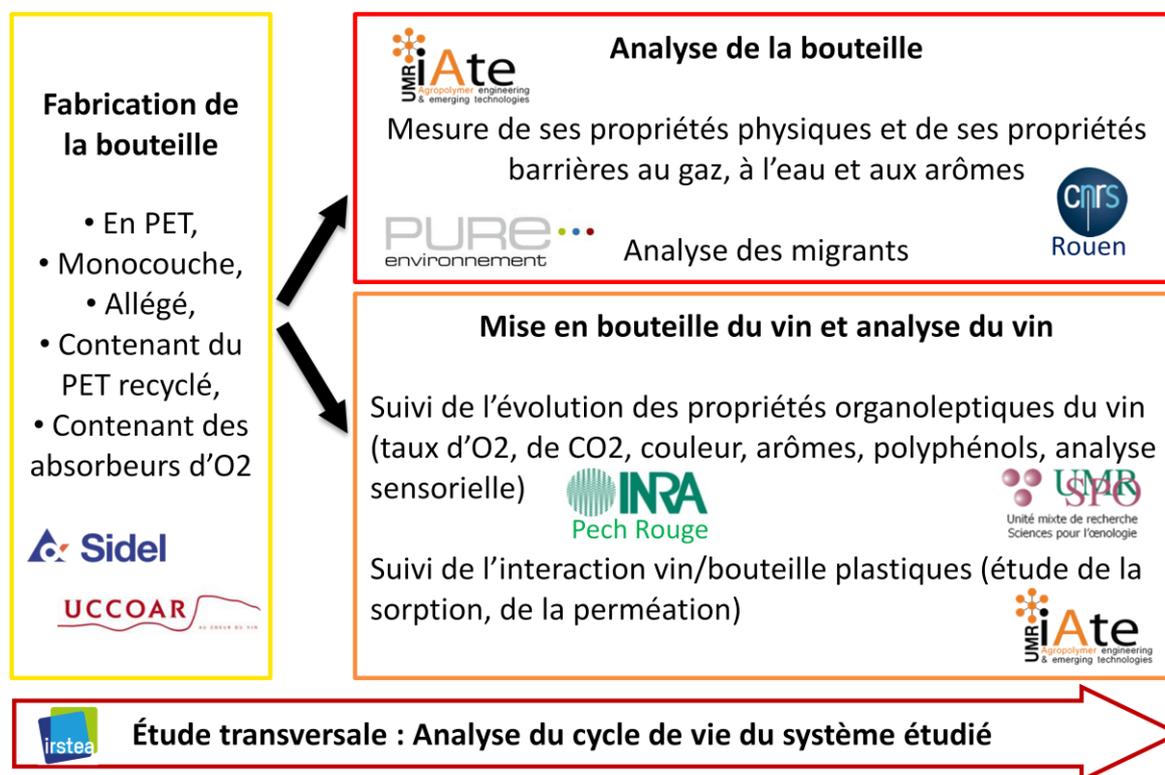


Figure 2 : Le projet NOVINPAK et ses partenaires présenté dans son ensemble

La première étape de ce projet concernait la définition et l’élaboration de la bouteille en PET qui a été réalisé par SIDEL et UCCOAR. Une fois la bouteille confectionnée, des analyses de ses propriétés ont été réalisées (l’analyse des propriétés barrière aux arômes rentrant dans le cadre de ma thèse). Puis deux remplissages avec du vin rosé on ensuite été effectué à une année d’intervalle par l’UE Pech Rouge (mai 2011 et avril 2012) avec un petit ajustement et le soufflage d’un nouveau lot de bouteille pour le deuxième remplissage. Les vins mis en bouteille ont été suivi pendant une année par SPO et IATE, les analyse d’évolution du profil aromatique ainsi que l’interaction vin/bouteille étant réalisé par mes soins. Une analyse du cycle de vin a été également menée par IRSTEA.

GESTION DES RELATIONS AVEC LES PARTENAIRES

J’ai eu l’occasion lors de ma thèse d’interagir avec la plupart des **partenaires** impliqués dans la réalisation du projet NOVINPAK. Notamment avec les personnes de l’UMR SPO chez qui je réalisais une partie de mes expérimentations mais aussi avec ceux du CNRS de Rouen qui m’ont aidé par leur expertise et avec qui je **coécrit une publication**. J’ai également eut l’opportunité de **communiquer sur l’avancée de mes travaux** et d’assister aux présentations des partenaires lors des réunions semestrielles de copilotage du projet avec les industriels.

ESTIMATION ET PRISE EN CHARGE DU COUT DU PROJET

Le coût de ce projet à été estimé à 301 201 euros dont 90% en ressources humaines. Le tableau 1 résume les postes de dépenses. Le détail des dépenses est présenté dans le tableau figurant en annexe.

Catégorie	Montant	Pourcentage
Ressources humaines	270410	89,8
Consommable	5050	1,7
Infrastructure	798	0,3
Matériel	19419	6,4
Déplacements	3623	1,2
Formation	1170	0,4
Documentation et communication	740	0,2
TOTAL	301201	100%

III – COMPETENCES, SAVOIR-FAIRE, QUALITES PROFESSIONNELLES ET PERSONNELLES

DOMAINE D'EXPERTISE SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

ACQUISITION DE CONNAISSANCES

Mon projet ayant à la fois un volet matériau et un volet science des aliments, j'ai pu acquérir lors de ma thèse des connaissances dans divers domaines :

- Connaissances générales dans le domaine du vin
- La chimie des arômes en général, et des arômes du vin en particulier
- La structure et les propriétés d'un polymère
- Les transferts de matière et les liens existants entre transfert et structure d'un matériau

ACQUISITION DE COMPETENCES

J'ai lors de ma thèse eu l'occasion d'utiliser **divers appareillages d'analyses**, d'en apprendre le fonctionnement, les précautions à prendre, les consignes d'utilisation et de sécurité et les pratiques de maintenance. J'ai notamment beaucoup travaillé avec l'appareil utilisé pour identifier et quantifier les arômes, le chromatographe en phase gazeuse. J'ai, par cette **expertise acquise** par une formation menée par ma directrice de thèse, eu l'opportunité de **former d'autres utilisateurs** (stagiaires, post-doctorants...). J'ai également appris à me servir d'un DSC (Differential Scanning Calorimeter) et d'un XRD (X-Ray Diffractometer).

Pour pouvoir modéliser les phénomènes de diffusion d'arômes j'ai eu l'occasion de me familiariser avec le logiciel MATLAB. J'ai aussi été amenée à maîtriser d'autres **logiciels informatiques spécifiques** liés aux appareils d'expérimentation (Universal Analysis, Star Chromatography, MSD Chemstation...).

J'ai eu l'occasion lors des remplissages évoqués précédemment de participer à deux mise en bouteille de vin dans des conditions expérimentales pilotes, ce qui fût une **expérience de « terrain »** très instructive quant à l'immersion dans le domaine vinicole.

COMPETENCES METHODOLOGIQUES

COMPETENCE GENERALES EN GESTION DE PROJET / METHODE DE TRAVAIL

D'une manière générale, j'ai été très accompagnée par ma directrice de thèse au début de ma thèse pour apprendre à gérer au mieux mon travail. J'ai été rapidement confrontée, de par l'avancée normale du projet, à devoir réaliser plusieurs expérimentations en parallèle ce qui m'a permis de mettre en place des **méthodes de travail adaptées et optimisées**. J'ai, par la suite, pu **prendre en main** de manière efficace la programmation des expérimentations et l'**organisation** du travail d'analyse de données, de bibliographie, de **planification** des échéances et des rendus. Je pense avoir été dans la deuxième moitié de ma thèse plus **moteur et force de proposition** de mon projet de thèse.

COMMUNICATION

J'ai eu la possibilité de présenter trois fois l'avancée de mes travaux à un **jury d'expert** lors de réunions du comité de thèse. Ces rencontres m'ont tout d'abord permis un apprentissage progressif des formalités scientifiques à respecter lors de présentation de résultats. Le comité étant composé d'experts il a fallu que je **surmonte mes craintes de me tromper** et que je me fasse suffisamment **confiance** pour argumenter sur les choix expérimentaux fait en amont et sur les directions à prendre quant à la réalisation de mon projet.

Comme expliqué précédemment, j'ai présenté mes résultats aux comités de pilotage semestriels du projet. A ces réunions étaient présents tous les partenaires du projet (scientifiques et industriels). Cela m'a tout d'abord appris à **vulgariser** mes résultats pour m'adapter à un public parfois non-initié, mais également à **anticiper les attentes des industriels** pour y répondre au mieux dans mes présentations.

J'ai eu, en 2012, l'opportunité par deux fois de participer à des **congrès internationaux** (ILSI à Berlin, en Allemagne et EFFOST à Montpellier) en y présentant des posters scientifiques sur des résultats communs au projet. Cela m'a permis de développer mes **compétences en communication écrites et orales en anglais**, il fallait en effet, pour que le **transfert de connaissance** soit efficace, que mes données soient présentées le plus visuellement et succinctement possible.

ENSEIGNEMENT ET PEDAGOGIE

En plus de mon projet de recherche, j'ai dispensé en tant que vacataire, des enseignements à l'IUT de Montpellier aux étudiants en 1^{ère} et 2^{ème} année de DUT « industries agroalimentaires » ainsi qu'à Polytech Montpellier aux étudiants de 3^{ème} et 4^{ème} année. J'ai donné une quarantaine d'heures de cours et de TD et environ 150 heures de TP. Cette expérience m'a énormément apportée, tant sur le **plan organisationnel** que **pédagogique**. J'ai dû préparer des cours et ainsi me confronter aux difficultés de la **transmission de connaissances** qui doit être à la fois **rigoureuse** et tournée de manière **attractive** pour ne pas perdre l'attention de l'auditoire. J'ai pris du plaisir à encadrer les étudiants lors des TP, à les **guider** et à les **faire réfléchir** sans faire le travail à leur place. Lors de ces interactions avec les étudiants, j'ai pu m'appuyer sur mon **optimisme**, ma **patience** et mon **assurance** pour les motiver et transmettre au mieux les connaissances et compétences dont ils auront besoin dans leur avenir professionnel.

Durant ces trois années, j'ai co-encadré avec ma directrice de thèse 2 stagiaires (bac+2 et bac+5). J'ai ainsi appris à **former** puis à **déléguer dans la confiance**. J'ai travaillé avec des gens sérieux et curieux qui sont facilement rentrés dans le **jeu de l'apprentissage de la démarche scientifique** et qui se sont ainsi laissés guider et encadrer en douceur. J'ai apprécié ces activités d'encadrement qui m'ont permis, dans une certaine mesure, d'expérimenter le **management** et la **gestion relationnelle**.

SAVOIR-FAIRE ADMINISTRATIFS, ORGANISATIONNELS

La gestion administrative dans mon laboratoire est essentiellement prise en charge par le **secrétariat**, cependant une **interaction forte** avec eux était nécessaire aux moments des déplacements en missions par exemple ou lors de l'organisation de réunion, de réservations de matériel. Il fallait donc **anticiper** et **être clairs** sur les demandes cela permettait de simplifier les procédures. La **gestion du matériel** nécessaire à mes expérimentations a fait partie de mes attributions tout le long de ma thèse. Mon habitude de **prise d'initiative** et mon **besoin d'organisation** m'ont également souvent fait prendre en charge la gestion du petit matériel commun au laboratoire ou l'organisation de réunion sur le fonctionnement des laboratoires et leur rangement (nous n'avons pas de techniciens de laboratoire). Il m'a paru indispensable pour la gestion de mon projet de thèse de ne pas être ralenti par des questions d'ordres matériels ou logistiques et donc de les anticiper.

QUALITES PERSONNELLES

Durant ces 3 années de thèse, j'ai, grâce au travail stimulant et varié qui m'était demandé pu enrichir et renforcer mes qualités personnelles :

- **Rigoureuse et organisée**, j'ai eu à gérer une grande quantité d'expérimentation, analyser les résultats, préparer des réunions, rendre des comptes aux industriels et parfois tout ça simultanément et dans un temps très court.
- **Optimiste et motivée**, ma spontanéité et ma capacité à prendre les choses du bon côté m'ont beaucoup aidé lors des périodes les plus difficiles

- **Sociable**, j'ai su rapidement me faire une place parmi mon équipe au laboratoire et j'ai apprécié de travailler en collaboration avec des personnes venant de divers laboratoires de recherche. Je pense être **prévenante** et **souple** dans mes relations avec les autres.
- **Pondérée**, ma nature calme et ma stabilité m'ont aidé à gérer au mieux les situations délicates rencontrées.
- **Fiable et engagée**, je suis toujours ponctuelle et on peut me faire confiance quant à la réalisation des tâches pour lesquelles je me suis portée garante. Je sais **travailler efficacement** et dans l'urgence lorsqu'il s'agit de **tenir un délai fixé**.
- **Autonome**, j'ai développé cette capacité au cours de la thèse, j'ai appris à me prendre en main et suis devenue, avec la maîtrise du sujet et la connaissance des moyens possible plus **force de proposition**.
- **Curieuse**, j'ai eu la chance de travailler dans un projet où les partenaires impliqués étaient chacun dans des domaines de compétence spécifique et divers, j'ai ainsi pu **découvrir des nouveaux domaines** et apprendre de leurs expériences.
- **Patiente**, le laboratoire IATE accueille beaucoup d'étudiants étrangers (en thèse, post-doctorat ou stage), j'ai très régulièrement pris le temps de discuter avec ces personnes pour qui le français est la plupart du temps une découverte. Ainsi j'ai eu la chance de m'enrichir de leurs **différences culturelles** et j'ai pu leur **transmettre** à mon tour des « bribes » de France.

CONSTRUCTION D'UN RESEAU PROFESSIONNEL

Le réseau professionnel que j'ai alimenté pendant ma thèse comprend tout d'abord les multiples partenaires du projet, tant scientifiques, avec le CNRS de Rouen qui travaille sur des thématiques « matériau », l'UMR SPO et l'unité expérimentale de Pech rouge qui détiennent « l'expertise vin », qu'industriels avec SIDEL (Société Industrielle des Emballages Légers) qui est l'une des divisions du groupe TETRAPAK et qui connaissent très bien le domaine de la confection de bouteille plastique (soufflage). J'ai également eu l'opportunité de rencontrer des personnes extérieures au projet : les membres de mon comité de thèse, les doctorants qui travaillent dans mon domaine par les animations de l'école doctorale, des chercheurs rencontrés lors de conférences et de séminaires.

COMPETENCES TRANSFERABLES EN DEHORS DU DOMAINE DE RECHERCHE

Lors de ces trois années de thèse j'ai acquis des compétences qui me seront utiles en dehors de mon domaine de recherche. Je pense notamment que les **impératifs organisationnels**, la **rigueur** et l'**autonomie** que m'a demandé le travail de thèse ainsi que mon expérience de **transmission de connaissance** seront facilement mis à profit lors de futures missions professionnelles.

IMPACTS SCIENTIFIQUES

Les résultats de ma recherche, associés aux résultats obtenus par les autres laboratoires participant au projet NOVINPAK vont permettre très prochainement à celui-ci d'**aboutir** et de se concrétiser par **l'utilisation réelle** de bouteille en PET recyclé, contenant des absorbeurs d'oxygène, pour conditionner du vin. Les recherches menées ont donc abouties d'une manière très **positive** pour les **industriels** impliqués.

Les résultats de mon travail de thèse seront valorisés par la **publication** de cinq articles scientifiques (actuellement en cours de rédaction) dans des revues internationales à comité de lecture.

Mon travail en commun avec le **laboratoire SPO** renforce une **collaboration** déjà existante entre les spécialistes des arômes et mon laboratoire. Un projet l'encapsulation d'huile essentielle d'orange dans une matrice à base de gomme d'acacia avec une embauche prévue de thésard vient d'ailleurs d'être lancé dans le cadre de ce partenariat.

En terme plus scientifique, les deux remplissages effectués ont permis de se rendre compte des **défauts du PET** lorsqu'il est utilisé vierge, du très **faible impact sur la qualité organoleptique** de la présence de PET recyclé et des capacités de conservation du vin dans le PET proche de celle de la bouteille en verre lorsque des additifs de types absorbeurs d'oxygène sont inclus dans le plastique.

IMPACTS PERSONNELS

J'ai vécu ma thèse comme étant une première **expérience professionnelle** basée sur de la conduite de projet. J'ai **appris** et me suis **perfectionnée** dans un domaine qui me passionne et me paraît très prometteur. Cette expérience, m'a également permis d'acquérir des **compétences transversales** qui me seront indispensables à mon futur épanouissement professionnel. J'ai gagné en **maturité** et en **confiance en mes capacités**.

V – IDENTIFICATION DES PISTES PROFESSIONNELLES

A l'issue de ma thèse et en prenant en compte les compétences et qualités que j'ai développé lors de ces années ainsi que mes valeurs et mes attentes relatives au travail j'ai pu identifier deux pistes professionnelles qui pourraient être en cohérence avec mon projet de vie personnelle : le poste d'enseignant-chercheur et celui de chef de projet en recherche et développement dans une industrie agro-alimentaire. Les tableaux 2 et 3 ci-dessous présentent pour les deux types de poste envisagés les missions, les compétences requises et mes points forts pour ce poste ainsi que les avantages et les inconvénients de ces deux métiers tel que je les perçois.

Tableau 2 : Bilan du poste d'enseignant-chercheur

Les missions	Les compétences et les qualités attendues	Mes points forts et mes atouts à mettre en avant pour ce poste	Les avantages perçus	Les inconvénients perçus
<ul style="list-style-type: none"> Enseignement : Préparation et réalisation de cours, participation à la gestion d'une formation Encadrement d'étudiants et de stagiaires Recherche : veille bibliographique, mise en place de protocoles expérimentaux, analyse et validation de résultats, publication Taches administratives : recherche de financements, organisation du travail d'équipe 	<ul style="list-style-type: none"> Qualités d'enseignement et de pédagogie Compétences scientifiques et techniques dans le domaine considéré Compétences en gestion de projet Qualité de communicant : rédactions scientifiques, vulgarisation Organisation Persévérance, curiosité, autonomie Disponibilité et investissement Bonne maîtrise de l'anglais 	<ul style="list-style-type: none"> Expérience en enseignement et en encadrement Optimisme et motivation Pédagogie et patience Compétences scientifiques et capacité d'apprentissage Autonomie, curiosité et sens de l'organisation 	<ul style="list-style-type: none"> Deux métiers passionnant en un avec une grande diversité dans les missions Bonne stimulation intellectuelle Souplesse de travail et indépendance Application industrielle non systématique donc moins d'impératif dans manière de procéder et dans l'obligation de rendus Stabilité de l'emploi et salaire convenable 	<ul style="list-style-type: none"> Accès à l'emploi difficile donc pas de choix dans la localisation du poste Inertie indéniable du système

Tableau 3 : Bilan du poste de chef de projet R&D

Les missions	Les compétences et les qualités attendues	Mes points forts et mes atouts à mettre en avant pour ce poste	Les avantages perçus	Les inconvénients perçus
<ul style="list-style-type: none"> • Proposer des axes d'innovation et de recherche • Établir un cahier des charges • Concevoir et expérimenter des protocoles et des nouveaux produits • Planifier le travail et gérer un projet d'étude dans son ensemble en animant une équipe de travail • Intégrer dans la démarche les contraintes économiques et industrielles • Mener à terme les projets 	<ul style="list-style-type: none"> • Compétences scientifiques et techniques dans le domaine considéré • Compétences en gestion de projet • Qualités de communication et managériales • Diplomatie et intelligence sociale, bonne capacité d'écoute • Compréhension des besoins des clients et du marché • Organisation, persévérance, curiosité, autonomie • Disponibilité et investissement • Bonne maîtrise de l'anglais 	<ul style="list-style-type: none"> • Compétences scientifiques et capacité d'apprentissage • Autonomie, curiosité et sens de l'organisation • Goû du travail en équipe • Bon sens relationnel • Capacité d'adaptation et réactivité • Imagination et créativité 	<ul style="list-style-type: none"> • Travail très appliqué avec résultats visible à court ou moyen terme • Encadrement d'équipe • Possibilité d'exprimer ses qualités créatives • Stimulation intellectuelle • Diversité • Salaires intéressants 	<ul style="list-style-type: none"> • Peu de liberté dans l'innovation à cause des contraintes économiques et industrielles associées • Obligation de prise de risque • Beaucoup plus de contrainte quant à l'organisation du travail : l'implication demandée est très importante, peu d'indépendance

C'est en listant les avantages et inconvénients de chacun de ces deux métiers que je réalise que le poste d'enseignant-chercheur convient mieux à ce que je peux attendre d'un travail, tant sur le plan du rythme (plus de souplesse, moins de contraintes économiques stressante) que sur la diversité des actions menées.

Les deux postes demandent une bonne maîtrise de l'anglais qui la langue de référence dans le domaine scientifique. J'envisage dans l'immédiat d'après thèse de faire un post-doctorat à l'étranger (dans un pays anglophone) pour améliorer ma connaissance de cette langue et pouvoir l'utiliser avec aisance. Mon niveau actuel me permet une bonne compréhension tant à l'écrit qu'à l'oral mais je ne le parle ni ne l'écrit facilement. Je pense que faire un post-doctorat me permettra également d'agrandir mon réseau professionnel, de découvrir le fonctionnement d'un autre laboratoire et d'un autre système de recherche (autre que le système français) mais aussi de gagner en maturité et en expérience avant de postuler sur un poste de recherche fixe.

ANNEXE : ESTIMATION DU COUT CONSOLIDE DE LA THESE

	Nature de la dépense	Détails *		Coûts totaux (euros TTC)			
				Nombre d'unités	Coût unitaire	Quote-part	Total
1	Ressources Humaines	Salaire	Charges				
1.1	Doctorant	1658	553	36	2211	100%	79596
1.2	Encadrant 1	4500	1500	18	6000	100%	108000
1.3	Prime Encadrement						
1.4	Encadrant 2	3300	1100	9	4400	100%	39600
1.5	Prime Encadrement						
1.6	Encadrant 3	3300	1100	9	4400	100%	39600
1.7	Prime Encadrement						
1.8	Autre personnel (hors sous-traitance)	417	139	6,5	556		3614
1.9	Sous-traitance						
	Sous-total Ressources Humaines						270410
2	Consommables						
2.1	Fournitures expérimentales						4850
2.2	Fournitures de bureau						200
2.3	Autres achats						
	Sous-total Consommables						5050
3	Infrastructures						
3.1	Entretien, gardiennage, secrétariat				11400	7%	798
3.2	Loyers des locaux						
3.3	Electricité, eau, chauffage						
3.4	Autres						
	Sous-total Infrastructures						798
4	Matériel (amortissements)						
4.1	Matériel d'expérimentation						19160
4.2	Ordinateur de bureau						0
4.3	Logiciels de bureau						250
4.4	Autre						
	Sous-total Matériel						19410
5	Déplacements	Transport	Hébergement				
5.1	Missions en France	995	1020				2015
5.2	Missions à l'étranger						
5.3	Congrès en France	200	608				808
5.4	Congrès à l'étranger	300	500				800
	Sous-total Déplacements						3623
6	Formation						
6.1	Formations						
6.2	Autres frais						1170
	Sous-total Formation						1170
7	Documentation et communication						
7.1	Affranchissements, Internet, téléphone						200
7.2	Publicité, communication, impressions						100
7.	Documentation						440
7.4	Autres						0
	Sous-total Documentation et						740
8	Charges financières (intérêts des						0
	Sous-total Charges financières						0
9	Charges exceptionnelles						0
	Sous-total Charges exceptionnelles						0
10	TOTAL						301201

Valorisation des compétences, NCT[®]

Marek DUPUTEL

Ecole doctorale : Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosociences et Environnement (SIBAGHE), Spécialité Ecosystèmes.

Organismes de rattachement : Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomiques (SupAgro-Montpellier) et Institut National de la Recherche Agronomique (INRA-Montpellier)

Nom du « mentor » : Pierre BESSON

**Modélisation mécaniste
de la disponibilité en phosphore rhizosphérique
d'une association céréale-légumineuse**

Date de la présentation orale du « NCT » : 20 juin 2013

Sujet académique de la thèse : Facilitation d'acquisition du phosphore en association céréale-légumineuse. Etude et modélisation mécaniste des interactions rhizosphériques sous-jacentes.

Nom du directeur de thèse : Frédéric GERARD

Date probable de soutenance de la thèse : 1 octobre 2013

I. Cadre général et enjeux.

1. Introduction générale

Le phosphore (P) est un des éléments nutritifs les plus limitants pour le cycle de croissance des végétaux (Bielecki, 1973; Raghothama, 1999; Mengel et Kirkby, 2001). On estime à l'échelle mondiale, que 30 à 40 % des sols cultivés présentent des teneurs en P disponible insuffisantes pour assurer un rendement optimal (e.g. Vance, 2001). Une augmentation massive des apports en fertilisants phosphatés (PO₄) (Tilman, 2002) a permis le doublement de la production agricole mondiale ces dernières décennies. Néanmoins cette pratique ne constitue pas pour autant une solution durable (Cordell et al. 2009 ; Dawson et Hilton, 2011 ; Tilman et al. 2002) de par ses impacts négatifs sur l'environnement et la santé publique - e.g. eutrophisation, accumulation de métaux lourds et dérivés radioactifs - et de par la raréfaction des ressources minières PO₄, le tout dans un contexte de forte croissance démographique (ONU, 2011).

Face à ce constat, il apparaît nécessaire de raisonner différemment la production agricole. A alors émergé le concept d'intensification écologique des agro-écosystèmes visant à maintenir une productivité élevée tout en réduisant au maximum les impacts négatifs de l'exploitation. Une des voies d'intensification écologique repose sur le développement de systèmes de cultures plurispécifiques (i.e. culture simultanée de plusieurs espèces). En effet il semble qu'une plus grande diversité au sein des parcelles agricoles induise une plus grande efficacité d'utilisation des nutriments par les cultures (Lynch 2007; Cassman et al. 1999; Wissuwa et al. 2009). L'aptitude des plantes à mobiliser les ressources en phosphore (P) relève en grande partie de leur capacité à modifier les propriétés biologiques et/ou physico-chimiques du sol au voisinage du système racinaire (i.e. rhizosphère). Plusieurs mécanismes ont été identifiés comme pouvant induire une augmentation du P disponible dans les sols : e.g. prélèvement en nutriment, exsudation de composés chimiques (e.g. Devau et al., 2010 ; Hinsinger et al., 2011a,b). En ce sens l'optimisation de systèmes de cultures plurispécifiques présentant des activités rhizosphériques complémentaires, est une solution de maintien des rendements agricoles via une maximisation durable de la fertilité des sols.

Il est largement admis que la culture de légumineuses (e.g. pois chiche) en association avec des céréales constitue une source naturelle d'enrichissement en azote (N) via leur aptitude à fixer l'N de l'atmosphère (e.g. Tang et al., 1999). Plusieurs travaux indiquent également un effet bénéfique d'une telle association de culture sur l'optimisation des ressources PO₄. Cependant les mécanismes impliqués sont encore peu compris et hiérarchisés car fortement dépendants du contexte d'étude (e.g. Hinsinger et al., 2011a ; Li et al., 2010 ; Wang et al., 2012). L'optimisation de tels systèmes de culture doit nécessairement passer par une compréhension fine des mécanismes rhizosphériques contrôlant la disponibilité du P en association céréale-légumineuse. L'utilisation d'un modèle mécaniste géochimique constitue en ce sens un outil pertinent pour la simulation et la compréhension des mécanismes majeurs contrôlant la disponibilité du P dans un agro-écosystème (e.g. Devau et al., 2010, 2011a).

Mon travail de doctorat s'inscrit dans un objectif d'identification et de hiérarchisation des processus et mécanismes sous-jacents à l'optimisation des ressources PO₄ au sein d'une association blé dur / pois chiche. La démarche employée repose sur une approche expérimentale combinée à une approche innovante de modélisation mécaniste géochimique. A terme ces travaux permettront : (a) d'identifier les variables clés favorables à la mise en place d'une facilitation d'acquisition du P en culture associée, (b) de contribuer à la mise au point d'un outil de modélisation prédictif de la disponibilité en P des sols, (c) de mettre au point des paramètres d'adsorptions génériques constituant des informations d'intérêt pour les instituts s'intéressant aux problématiques de disponibilité d'ions en solution (e.g. INRA, BRGM, EDF, IRSN, VEOLIA).

2. Contexte de la Thèse

L'accord commercial de 1962 entre l'Union Européenne (UE) et les Etats Unis (USA) à permis de protéger le marché céréalier européen contre une importation de soja. L'UE est ainsi devenue un producteur de céréales, un importateur de soja et un grand consommateur d'engrais. Dans ce contexte de développement des cultures céréalières intensives, la culture de légumineuses a été peu à peu délaissée (Duc et al., 2010). Cependant suite à la crise de 1973 (i.e. embargo des USA sur la livraison de soja), l'UE a pris conscience de l'importance d'une auto-production en légumineuses permettant de couvrir ses propres besoins protéiques. Ce retour à la culture de légumineuses est d'autant plus intéressant qu'il constitue un véritable atout en terme de fertilité des sols cultivés. D'un point de vue global, mes travaux s'intègrent ainsi dans une problématique économique, sociétale et environnementale de diminution des impacts négatifs des exploitations agricoles, d'autosuffisance protéique, d'optimisation et de maintien durable de la production agricole.

L'UMR Ecologie fonctionnelle et bio-géochimie des sols et agro-écosystèmes (Eco&Sols) dans laquelle je travaille, réunit une large gamme de chercheurs (microbiologistes, écophysiologistes, géochimistes, pédologues, écologues) menant des études relatives à la compréhension du rôle des plantes et des organismes du sol sur les flux de carbone, azote et phosphore dans les sols. Ces travaux sont menés dans le cadre de la politique de changement d'usage des sols et de diminution des gaz à effet de serre. L'objectif final est de proposer des pratiques dédiées au maintien et à l'amélioration des fonctions agricoles et environnementales des agro-écosystèmes. Les projets scientifiques de l'UMR Eco&Sols sont structurés en 3 thèmes + 1 axe transversal : (thème 1) sols, activités biologiques et réseaux trophiques, (thème 2) nutriments et intensification écologique, (thème 3) carbone et changement globaux, (axe transversal) modélisation. Mes travaux s'intègrent au sein du thème 2 et de l'axe transversal. L'objet de mes recherches porte notamment sur des agro-écosystèmes méditerranéens mais est largement applicable à d'autres types d'écosystèmes naturels et cultivés.

Les recherches de l'UMR Eco&Sols sont conduites dans le cadre de projets financés sur réponse à appel d'offre par les ministères, les organismes de recherche, les agences nationales ainsi que L'UE. Mes travaux se sont inscrits dans les projets suivant : (a) l'ANR PerfCom relatif à la compréhension du fonctionnement et à la conception d'agro-écosystèmes plurispécifique, (b) le projet Fabatropimed relatif à l'efficacité de l'utilisation de nutriments et l'intégration entre N et P, (c) le projet européen EGIDE du programme PROCOPE consistant en des échanges scientifiques et technologiques d'excellence entre laboratoires France-Allemagne. Ces projets ont été l'occasion d'effectuer de nombreux échanges scientifiques sur la stratégie et les avancées de mes travaux de thèse ainsi que ceux d'autres chercheurs. Ces réflexions collectives ont permis de confronter les résultats similaires et/ou divergents et aussi de réaliser des synthèses interprétant de manière cohérente, l'ensemble des résultats obtenus par les différents acteurs du projet (scientifiques, agriculteurs, économistes).

3. Moi dans ce contexte

Naturaliste amateur, j'ai toujours été intéressé par l'identification des composantes et du fonctionnement des écosystèmes naturels. Petit-fils de paysan, j'ai aussi développé un intérêt particulier pour le comportement des végétaux cultivés et le travail de la terre. C'est en ce sens que lors de mes études secondaires et supérieures je me suis fortement intéressé à la biologie des organismes, l'écologie et les outils scientifiques nécessaires à leur usage. Après un baccalauréat scientifique option biologie, j'ai obtenu une Licence Recherche Biologie des

Organismes et Populations (BOP) à l'université de la Réunion. Ce diplôme a été l'occasion de développer mes compétences en écologie et biologie des organismes. Parallèlement à ma dernière année de licence, j'ai également réalisé un stage de recherche volontaire auprès de l'ONF dans la réserve naturelle de Mare-Longue (S^t Philippe, Réunion) afin d'appréhender la gestion d'un écosystème naturel. Soucieux à la fois de m'orienter vers un domaine offrant des débouchés professionnels et de me rapprocher de thématiques en phase avec une réalité socio-économique, j'ai décidé d'orienter mon cursus universitaire vers des thématiques plus agronomiques. Montpellier étant un des pôles agronomiques d'excellence reconnu mondialement, j'ai dès lors décidé de suivre un Master Recherche d'Ecologie Fonctionnelle des Ecosystèmes Naturels et Cultivés (FENEC) à l'Université Montpellier 2. Désireux de développer mes compétences en sciences du sol j'ai alors réalisé mes stages de fin d'étude au sein de l'UMR Eco&Sols (INRA-CIRAD-IRD-SupAgro). Cela a été l'occasion de me rapprocher de l'INRA et de l'ENSA Montpellier qui sont des instituts agronomiques largement reconnus. Au cours de mes stages de Master, je me suis ainsi intéressé plus particulièrement aux interactions entre sols et espèces cultivées pour l'optimisation du prélèvement en nutriments.

Mon stage de Master 2 ayant abouti à une première publication soumise dans une revue cotée de sciences du sol (Soil Biology and Biochemistry), je me suis tout naturellement intéressé de plus en plus au travail de recherche. Ce champ d'étude m'intéresse d'autant plus qu'il me permet d'allier des compétences transversales telles que l'écologie fonctionnelle, l'agronomie et différentes sciences du sol (e.g. pédologie, géochimie, physico-chimie). Désireux de mener à bien un projet de recherche dans ce domaine tout en acquérant une première expérience professionnelle, je me suis rapproché des docteurs Hinsinger et Gérard de l'UMR Eco&Sols afin de proposer un sujet de thèse adapté à la fois à mes aspirations et à leurs besoins. Déterminé à développer des compétences transversales, l'aspect modélisation géochimique a également pris une grande importance dans mes travaux. Des recherches de financements ont été élaborées. J'ai alors obtenu une demi-bourse INRA et ai passé le concours de l'école doctorale SIBAGHE afin d'obtenir le second co-financement.

II. Déroulement, gestion et estimation du coût du projet de recherche.

1. Préparation et cadrage du projet

- Facteurs de succès :

- **Des bases solides :** la partie expérimentale de ce doctorat s'inscrit dans la continuité de mes travaux de master. Cela m'a permis de définir préalablement un dispositif expérimental adapté à mon objet d'étude. Par ailleurs, l'aspect modélisation de cette thèse s'inscrit dans la continuité des travaux d'un précédent doctorant dont les résultats étaient déjà prometteurs.
- **Un encadrement adapté :** les volets modélisations et expérimentations de ce travail sont étayés par les compétences avérées de F. Gerard et P.Hinsinger dans ces domaines respectifs (i.e. modélisation mécaniste, science du sol et agronomie). Par ailleurs, afin d'être à même d'effectuer l'ensemble des analyses nécessaires à mon travail de doctorat, j'ai pu bénéficier des infrastructures de différents laboratoires en relation avec l'UMR Eco&Sols.
- **Un sujet innovant :** De nombreux travaux portant sur les cultures associées sont uniquement d'ordre expérimental. L'intégration d'un volet modélisation permettant de simuler et comprendre les processus rhizosphériques est en ce sens une approche innovante et pertinente dans le domaine.

- **Un bon suivi** : Au cours de la première et seconde année de doctorat, deux comités de thèse ont eu lieu. Ils ont été l'occasion de faire le point sur ma stratégie de recherche et les avancées de mes travaux. Ces réunions, en plus de celles internes au laboratoire (mensuelles), sont très importantes car elles permettent d'identifier les éventuels facteurs de risques ainsi que les aspects à développer.
- Facteur de risques :
 - **La disponibilité du matériel** : La disponibilité du matériel n'est pas tout le temps avérée. Un des aspects les plus limitant était l'accès aux semences désirées. Pour pallier à cette difficulté, nous avons travaillé en partenariat avec l'unité DIASCOPE qui possède des jeux de semences relativement importants et également de nombreuses serres où ils ont pu effectuer des multiplications de semences initialement achetées à l'étranger (i.e. ICARDA, Syrie). Par ailleurs les plages horaires d'utilisation des chambres de culture et des outils de mesure doivent être partagées entre un nombre important d'expérimentateurs au sein du laboratoire. Ainsi un maximum de mes expérimentations a été anticipées afin de s'assurer de leur faisabilité.
 - **Panne** : Certains outils de mesures au sein du laboratoire sont tombés en panne. Il a donc fallu externaliser certains jeux d'analyses et adapter le budget en conséquence.
 - **Biais d'analyses** : Un des risques pour chaque expérimentateur est de travailler sur du matériel mal utilisé précédemment. Afin d'éviter tout biais d'analyse, chaque outil de mesure était donc préalablement calibré.
 - **Bug informatiques** : L'interface utilisée dans le cadre des travaux de modélisation pouvait présenter certains bugs informatiques. Avant chaque simulation, l'ensemble du modèle était préalablement contrôlé et confronté à des données expérimentales préalablement modélisées. La moindre différence entre ces données expérimentales et les sorties du modèle étant synonyme d'erreur nécessitant corrections.

- Partenaires :

J'ai travaillé en partenariat avec plusieurs unités. Ainsi la multiplication des semences et la fourniture de certains consommables ont été assurées par l'UE DIASCOPE (INRA) de Mauguio. Les analyses externalisées se sont faites à l'US AESV (CIRAD) de Montpellier et au laboratoire d'analyses des sols d'Arras. L'ensemble des échanges d'intérêt scientifique et économique avec chercheurs et acteurs du monde agricole se sont effectués avec les unités suivantes : UMR AGIR (INRA, ENSAT) de Toulouse ; UMR Innovation (INRA-CIRAD) de Montpellier ; UPR LEVA (ESA) de Angers ; ARVALIS de Baziège ; Biocivam 11 de Carcassonne.

- Financement :

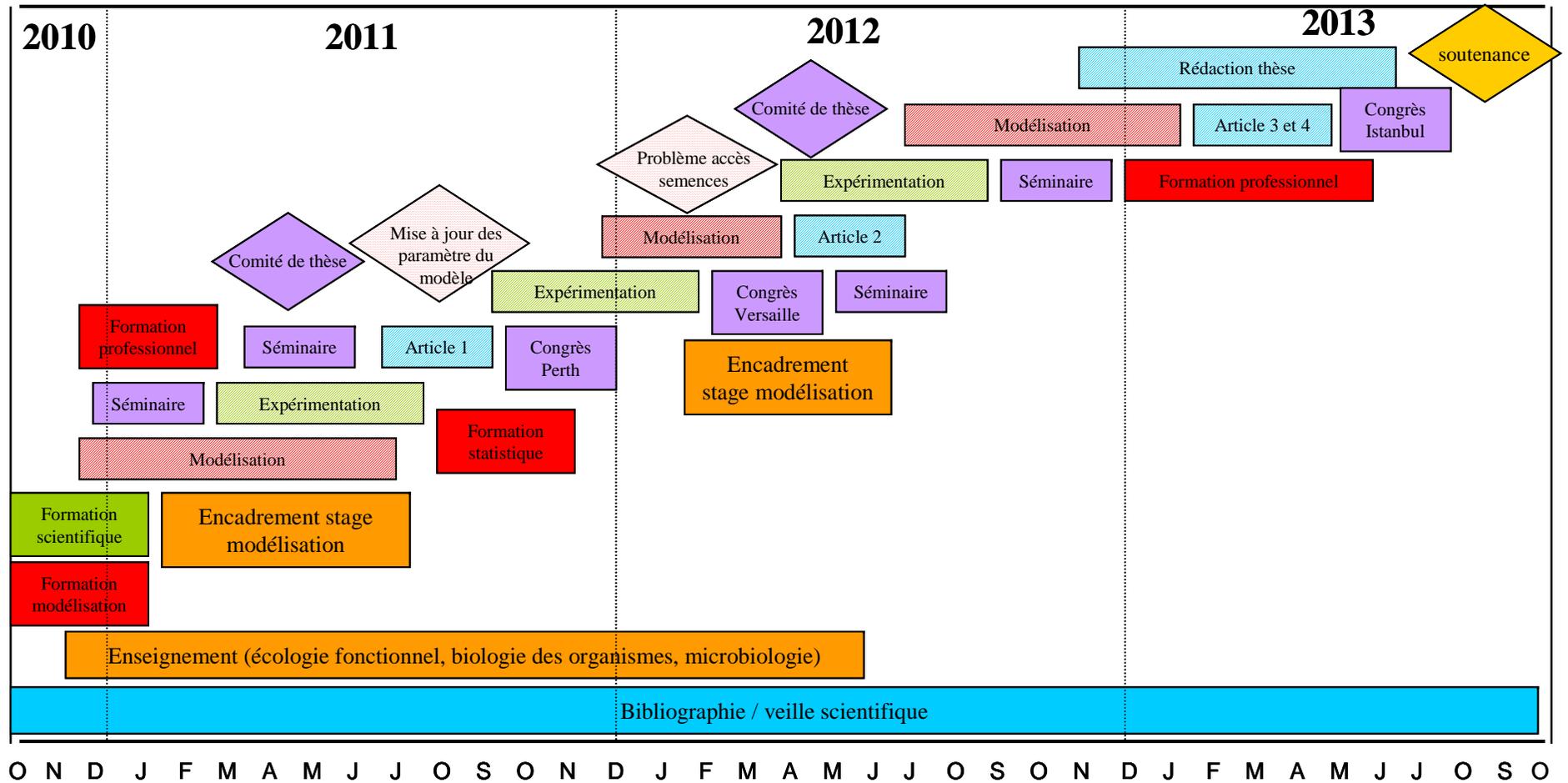
Les financements de ma thèse proviennent d'un co-financement INRA et d'une bourse doctorale obtenue lors du concours de l'Ecole Doctorale SIBAGHE. Ayant travaillé également dans le cadre de l'ANR PerfCom et Fabatropimed, ces deux projets ont fait l'objet de financements pour mes expérimentations. De plus, des financements internes au laboratoire ainsi que le projet PROCOP ont permis de financer ma participation à des congrès (2) et séminaires (environ 10) en France et à l'étranger. Afin de participer à un congrès de sciences

du sol à Istanbul, j'ai postulé à une offre de bourse que j'ai obtenue auprès de l'Académie d'Agriculture de France (i.e. Bourse DUFRENOY).

- Confidentialité :

La propriété intellectuelle et matérielle de mon doctorat appartient au centre INRA.

2. Conduite de projet



3. Estimation et prise en charge du coût du projet

Table 1 : Estimation des sources de financement et de leur allocation dans le cadre du doctorat. Le symbole (*) indique une valeur tenant compte du temps consacré au doctorant durant les 3 ans de thèse

	Nature	Coût total euro (TTC)
1	Ressources humaines	
1.1	Doctorant	46 800
1.2	Directeur de thèse	18 000*(10%)
1.3	Co-directeur de thèse	6 000*(5%)
1.4	Autres personnels	3 300*(1%)
1.5	Primes à l'encadrement	4 000
2	Consommables	
2.1	Expérimentation	30 000
2.2	Bureautique	1 000
3	Infrastructures	
3.1	Entretien, gardiennage, secrétariat	3 300*(1%)
3.3	Chauffage, électricité	300
4	Matériel	
4.1	Expérimentation	30 000
4.2	modélisation	5 000
4.3	Bureau (outils + logiciels)	2 000
5	Déplacements	
5.1	Mission (10)	3 000
5.2	Congrès (3)	7 000
6	Formation	
	Enseignant + matériel + déplacements + logement	10 000
7	Documentation, communication	
	Achat, accès revues, personnels	1 000
8	TOTAL	169 700

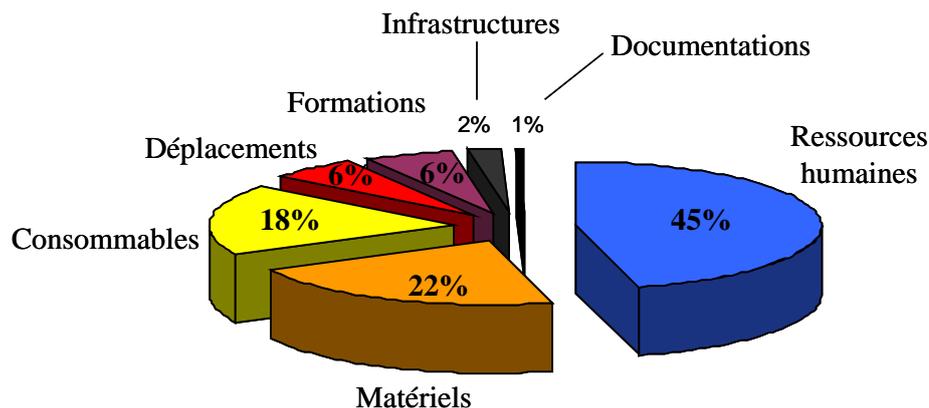


Figure 1 : Proportion des différentes natures des coûts du doctorat.

III. Compétences mises en œuvre.

- **Savoir** : L'aspect pluridisciplinaire de cette thèse m'a permis de développer des connaissances variées relatives à la modélisation, l'agronomie, l'écologie et différentes sciences du sol (i.g. physico-chimie, enzymologie, géochimie, pédologie). L'interprétation des données expérimentales a été l'occasion de développer mes compétences en gestion d'outils statistiques. Enfin les missions d'enseignement ont été le moyen de transmettre mes connaissances relatives à la biologie des organismes, l'écologie fonctionnelle, la microbiologie mais aussi en terme de stratégie de recherche expérimentale.

- **Savoir faire** : Différentes aptitudes ont été mises en exergue lors de mon doctorat. Tout d'abord celles relatives à la gestion d'un projet de recherche, c'est à dire la gestion des ressources humaines, le pilotage, la gestion du budget / des risques / du temps, l'assurance du processus d'approvisionnement, le suivi qualité et la valorisation des résultats. Mes capacités rédactionnelles (français et anglais) ont été mobilisées aussi bien dans le cadre de la gestion de projet, que de la rédaction d'articles scientifiques (4 articles durant la thèse) et de projets de stages. Mes compétences orales (français et anglais) ont été également sollicitées lors de séminaires et congrès internationaux. Au cours de mon doctorat j'ai été régulièrement amené à développer des protocoles et dispositifs expérimentaux pertinents vis à vis de mes objectifs de recherche. J'ai ainsi contribué au développement et à l'optimisation de protocoles expérimentaux dans le domaine de la physico-chimie et de l'enzymologie. Par ailleurs j'ai eu l'occasion de mettre au point des dispositifs de cultures variés aussi bien en condition au champ qu'en conditions moyennement à très contrôlées (rhizotron, hydroponie, pots). De même mes compétences en terme de gestion de bases de données et d'utilisation de logiciels statistiques ont été requises lors du traitement et de l'interprétation de mes résultats expérimentaux. Mes compétences en informatique et en modélisation thermodynamique ont été aussi régulièrement nécessaires au cours de mes investigations. Parallèlement à mon travail de thèse, j'ai réalisé de nombreuses missions d'enseignements (CM, TD, TP) à l'université Montpellier 2 (niveau Licence et Master) et des encadrements de stagiaires (niveau Master) au sein du laboratoire. Lors de ces activités j'ai développé des aptitudes relatives à la transmission de savoirs, l'évaluation des compétences (e.g. jury, correction d'examen, oraux), l'encadrement de stagiaires de master (dans le cadre du doctorat) et le suivi de travaux de recherche dans des domaines variés : i.e. écologie fonctionnelle, géochimie, écophysiologie et microbiologie (à l'université et au laboratoire). Enfin, pendant un an, j'ai organisé et conduit des réunions thématiques d'étudiants au sein du laboratoire. De même j'ai été le représentant élu des doctorants au sein du conseil d'UMR au cours de ma dernière année de thèse.

- **Savoir-être** : L'un des savoir-être largement mis en œuvre au cours de ma thèse est l'autonomie à la fois en terme d'auto-formation, de veille scientifique et de travail de recherche. J'ai en ce sens suivi volontairement différentes formations scientifiques afin d'approfondir les connaissances nécessaires au bon déroulement de mes travaux. J'ai pour ce faire effectué des recherches de financements afin de pouvoir suivre des formations et participer à des congrès internationaux. J'ai également fait preuve d'une bonne capacité à réagir face à des imprévus (problèmes expérimentaux, manque de financement ...) et ai été à même de trouver rapidement des solutions. Ayant une bonne ouverture d'esprit, je m'adapte facilement à des contextes variés et ai eu de nombreuses occasions de travailler en équipe à la fois dans le cadre de gestion de projet, de travail d'échantillonnage et de confrontation de résultats. Cela a été l'occasion de développer des compétences organisationnelles (gestion du temps, comptes-rendus des réunions, mise à jour des objets de discussion ...). Ces

compétences étaient également indispensables pour l'organisation journalière des différentes tâches au sein du laboratoire et l'avancée de mes travaux de thèse. J'ai enfin une bonne aptitude à l'Assurance Qualité Recherche, j'ai eu en ce sens un bon retour de mon cahier de laboratoire lors de l'évaluation de l'UMR Eco&Sols par l'AERES (Agence d'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur).

IV. Résultats, impact de la thèse.

L'apport de mon travail de thèse au laboratoire et de façon plus large à la recherche concerne : (a) la mise en évidence des conditions favorables à l'émergence d'une facilitation d'acquisition du P en culture associée, (b) la mise en évidence des processus et mécanismes sous jacents à l'augmentation de P disponible en culture pure, associée et sur sol non cultivé, (c) au développement d'un outil de modélisation prédictive générique. L'ensemble de ces aspects a été valorisé dans le cadre de publications scientifiques et de congrès.

La réalisation de ce doctorat m'a permis de gérer et conduire à terme un projet de recherche / développement et de le valoriser au sein de la littérature scientifique. Ces travaux d'investigations sont en totale adéquation avec mes aspirations professionnelles de par leurs aspects concrets et les riches échanges qui en découlent. La transversalité de ma thèse m'a en ce sens beaucoup plu car il est toujours pertinent d'étudier un problème sous diverses facettes complémentaires. L'utilisation d'outils de modélisation m'intéresse d'autant plus qu'ils permettent d'aborder des domaines très variés. Enfin ce doctorat a été l'occasion d'affiner mes capacités d'encadrant et d'enseignant, activités qui m'ont beaucoup appris en terme de transmission de savoirs. Une qualité importante sollicitée lors de ces enseignements a été ma faculté d'adaptation. Savoir s'adapter aux profils variés des étudiants, aux situations inattendues (aléa matériel, interrogations diverses des étudiants, ...) est en effet une compétence indispensable.

V. Pistes professionnelles identifiées.

A l'issue de mon doctorat je désire intégrer un poste me permettant de travailler sur des thématiques appliquées de recherche et développement. Les domaines de l'agronomie et de la gestion des polluants ayant une perspective environnementale m'intéresse particulièrement. J'aspire à exercer une profession me permettant d'associer à la fois travail de terrain / laboratoire et valorisation des résultats (rapport, publication, congrès). Attentif à l'aspect veille scientifique et technologique, je désire travailler au sein d'une entreprise, d'un laboratoire en phase avec les connaissances et méthodes actuelles. J'envisage également de candidater à des postes intégrant un volet "enseignement" relatif aux sciences du sol et/ou à l'écologie fonctionnelle. Cet aspect de ma thèse m'a en effet beaucoup intéressé. Enfin je m'ouvre aussi bien au domaine du public qu'à celui du privé.

Concernant les professions dans des institut publics, j'ai identifié les pistes suivantes :

- **L'UMR SAS de l'agro-campus de Rennes** travaillant sur des thématiques de qualité des sols dans les agrosystèmes et de modélisation intégré des sols dans les agrosystèmes.
- **L'UPR LEVA de l'Ecole d'Agriculture de l'ESA d'Angers** travaillant des thématiques d'intensification écologique des agro-écosystèmes. J'ai déjà eu l'occasion de travailler avec cette unité dans le cadre de l'ANR PerfCom.
- **L'UR Recyclage et Risques du CIRAD d'Aix en Provence / Réunion** travaillant sur des problématiques agro-écologiques de modélisation de la biodisponibilité des métaux lourds dans les sols cultivés. J'ai déjà établi des contacts avec cette unité

travaillant sur certains thèmes communs avec mon UMR actuelle et intéressé par mon profil.

- **L'UMR LPGN de l'Université de Nantes** m'intéresse également car je travaille en ce moment sur des thématiques de phytoremédiation et d'identification des mécanismes impactant la disponibilité d'éléments traces dans des sols cultivés.
- **L'UMR TCEM de l'INRA de Bordeaux** a attiré mon attention pour les mêmes raisons que l'UR Recyclage et Risques et l'UMR LPGN ci-dessus. Des contacts ont déjà été établis auprès de cette unité également intéressée par mon profil.
- **L'IRSN de Cadarache** et **l'UMR Subatech de l'école des mines de Nantes** travaillant sur des thématiques d'expertise, de gestion et de modélisation du comportement de substances radiotoxiques dans les sols. Mes compétences en modélisation sont complémentaires des approches utilisées par ces instituts.

Concernant les professions dans le domaine privé j'ai relevé :

- **L'entreprise ITK**, basée à Montpellier et recrutant des modélisateurs. Elle se préoccupe des problématiques de production de vignobles dans l'Hérault.
- Les bureaux d'études (i.e. **OCE environnement** ; **ATLAM** ; **Cyathea**) travaillant dans le domaine de l'expertise environnementale (e.g. indicateur de qualité des sols) sont également des voies professionnelles envisageables au vu de mes compétences en sciences du sol et sciences environnementales.

Agota, Fodor

Ecole doctorale : Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosociences, Environnement (SIBAGHE)

Organisme de rattachement : Montpellier SupAgro

Mentor : Nathalie Camus

Créer les cépages de demain avec les outils d'aujourd'hui



Date de la présentation orale : le 20 juin 2013

Sujet académique de la thèse : La Sélection Génomique appliqué chez la vigne, évaluation et utilisation

Directeur de thèse : Patrice This

Date probable de soutenance de thèse : décembre 2013.

Cadre générale et enjeu de la thèse

Aujourd'hui la viticulture française doit faire face à plusieurs défis. En effet, la vigne est aujourd'hui une des espèces les plus fortes utilisatrices de produits phytosanitaires en Europe. Elle sera confrontée comme toutes cultures aux évolutions du climat qui pourraient engendrer de profondes modifications et ce notamment dans la zone méditerranéenne. Enfin, elle doit faire face à une compétition de plus en plus soutenue dans la part des autres pays notamment ceux du nouveau monde. A l'heure actuelle, l'organisation de la viticulture laisse peu de place à l'introduction de nouveaux cépages sur le marché, en effet les AOCs imposent un unique lieu de production mais aussi une liste de cépages pour produire un vin d'appellation. Cependant, la création de nouvelles variétés apparaît comme une solution de plus en plus incontournable pour répondre à ces défis.

L'utilisation des données moléculaires (information de code ADN) dans l'amélioration des espèces est aujourd'hui de plus en plus répandue. Si on arrive à bien comprendre le lien entre l'information génétique et le phénotype observé sur la plante, nous pouvons très tôt sélectionner les individus intéressants issus d'un croisement. Jusqu'à nos jours plusieurs méthodes ont été développées, testées et mises en pratique chez diverses espèces animales et végétales, et donnent des résultats prometteurs.

Dans ma thèse j'ai étudié la faisabilité et comparé l'efficacité des deux méthodes les plus récentes appelées génétique d'association sur tout le génome (GWAS) et prédiction génomique (GS) –encore jamais étudiée chez la vigne. Les deux méthodes se basent sur l'observation d'une grande quantité de l'information génétique sur tout le génome mais elles les utilisent différemment.. Les résultats de mon travail vont aider les sélectionneurs à choisir entre ces deux méthodes en fonction de l'objectif de leurs programmes d'amélioration (complexité du caractère à améliorer, des moyens financiers et le matériel végétal disponible).

Mon projet de thèse est composé de deux axes principaux : (i) une étude de faisabilité, définition des conditions optimales et les limites des deux méthodes via simulation, (ii) la comparaison des deux

méthodes sur un vrai matériel végétal. Durant ces travaux j'ai mis en place des collaborations pour créer des outils (notamment un pipeline d'analyse) qui peuvent être utilisés en appui pour des programmes de sélections chez la vigne.

La thèse dans son contexte

Ma thèse est financée dans le cadre d'une convention CIFRE entre l'INRA de Montpellier et l'Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV, entreprise semi-publique). Elle se déroule au sein de l'unité mixte technologique Géno-Vigne[®] qui regroupe plusieurs instituts et équipes : l'équipe Diversité et Adaptation de la Vigne et des Espèces Méditerranéennes (DAVEM) de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), l'unité expérimentale du domaine de Vassal, et le pôle matériel végétal de l'IFV. Pendant mes travaux je suis localisée sur le campus de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Agriculture de Montpellier (SupAgro).

Mes travaux s'intègrent dans un projet de type « innovation et partenariat » (CASDAR) qui a pour but le développement d'outils moléculaires, de méthodologies et du matériel végétal au service de la création variétale chez la vigne. Ce projet s'appuie sur d'autres projets plus vastes menés dans l'équipe DAVEM comprenant la mise en place du dispositif expérimental et l'utilisation de puissantes méthodes de phénotypage pour l'étudier les stress environnementaux.

Moi dans ce contexte

J'ai toujours été intéressée par la biologie et plus précisément par les plantes. Après le baccalauréat j'ai choisi de poursuivre mes études dans le domaine de l'horticulture à l'Université Corvinus de Budapest (Budapest, Hongrie). Certains de mes professeurs, notamment en génétique, m'ont fasciné par leur approche scientifique de problèmes complexes et m'ont donné le goût de la recherche et la création de connaissances. Je me suis spécialisée en génétique et amélioration des plantes pour m'orienter vers la recherche appliquée. Ces réussites à l'université et mes stages m'ont encouragé et réveillé l'ambition de réaliser un projet de recherche de trois ans, une thèse.

L'envie de voyager, découvrir et apprendre à connaître différentes cultures m'a amené à faire un séjour Erasmus pendant mes études de Master. J'ai choisi la France et l'école de Montpellier SupAgro car leur programme en amélioration des plantes semblait pouvoir apporter les compléments nécessaires à ma formation. J'ai beaucoup apprécié la qualité de l'enseignement et l'expérience professionnelle acquise au cours de stages, durant mon séjour en France. La possibilité de me former à la recherche dans un milieu de renommé international ayant des moyens technique humain et financier plus importants que dans mon pays m'a motivé pour continuer mon parcours en France malgré les défis rencontrés avec la langue.

Mon parcours universitaire m'a permis d'avoir un premier aperçu de la recherche publique. Pour élargir mes expériences vers la recherche privée j'ai cherché une thèse en partenariat entre le secteur publique et privé.

La vigne est une espèce pérenne horticole qui la rend difficile à étudier mais grâce à son impact économique, des moyens importants sont mis à la disposition de la recherche pour mieux comprendre son fonctionnement et pour travailler ses caractéristiques. J'ai choisi une thèse sur cette plante pour acquérir des connaissances modernes sur l'amélioration des plantes en restant fidèle à l'axe de l'horticulture dans mon parcours.

Déroulement, gestion et coût de mon projet

Préparation et cadre du projet

Le premier axe de ma thèse est la réalisation d'une étude de faisabilité basée sur des simulations. Il s'agit de la reproduction virtuelle du matériel existant pour observer l'influence de certains paramètres (nombre de marqueurs moléculaires, architecture génétique et héritabilité du caractère) sur l'efficacité des deux méthodes de sélection comparées. L'objectif est d'avoir une première idée de l'efficacité et des limites de ces deux méthodes chez la vigne mais aussi d'identifier les conditions idéales pour leur application.

Les connaissances acquises et les outils d'analyses développés dans la première partie vont aider à orienter et à réaliser le deuxième axe de la thèse qui est le test (ou la validation) de la théorie sur les données réelles. Pour ce faire, différents outils et ressources ont été mis à la disposition de l'équipe grâce aux collaborations.

- Le dispositif expérimental représentant la diversité de la vigne a été mis en place dans le cadre du projet DL-Vitis de l'équipe.
- Des méthodes de phénotypage haut-débit ont été mises au point dans le cadre du projet VitSeq pour des caractères impliqués à la tolérance à la sécheresse.
- Le génotypage du matériel végétal a été prévu avec des marqueurs moléculaires définis dans le cadre du projet ANR GrapeReSeq.

Conduite du projet

L'encadrement de ma thèse était partagé entre mon directeur de thèse et mon encadrant direct représentant de l'entreprise IFV. Pendant les deux premières années nous avons fait des réunions ponctuelles qui sont devenues des événements réguliers en dernière année. J'ai appris à préparer des rapports d'étapes, résumer les points importants de l'avancement des différentes activités liés à mon projet, soulever des problèmes rencontrés et proposer des solutions possibles.

L'école doctorale dans laquelle se déroule ma thèse impose une réunion annuelle entre le doctorant, et un comité de pilotage composé des spécialistes de différents domaines en lien avec la thèse. Pour ces réunions j'ai préparé des rapports d'avancements détaillés et des exposés oraux suivis d'une discussion sur l'orientation scientifique et pratique du projet de thèse.

Pour approfondir certains aspects de la thématique complexe de ma thèse je suis allée chercher des compétences au sein de mon équipe, mais aussi en dehors.

Pour le premier axe de ma thèse (étude de simulation) j'ai consulté des experts en génétiques des populations pour élaborer des scénarios pertinents. Pour résoudre des problèmes issus de la

complexité de mes scénarios j'ai contacté l'auteur du logiciel de simulation. Suite à nos interactions régulières dans la troisième année de ma thèse nous avons mis en place une collaboration dans laquelle j'ai contribué à tester et développer la nouvelle version du logiciel.

Les simulations sont capables de produire de grandes quantités de données en relativement peu de temps. La gestion et l'analyse de ces données demande une excellente organisation et des outils optimisés. Pour améliorer mes outils d'analyses j'ai trouvé des collaborateurs dans le domaine de la bioinformatique – qui m'était inconnu avant ma thèse.

Le deuxième axe de ma thèse s'appuie sur un projet avec lequel on partage le matériel végétal et une partie des analyses. Dans le but d'organiser, optimiser et suivre les travaux et les analyses en commun en respectant la valorisation des résultats propres à chaque projet, j'ai mis en place des réunions et j'ai rédigé des rapports d'étapes.

Dans la deuxième année de ma thèse je me suis chargée de l'organisation de la récolte et des analyses sur le raisin frais. C'est une période de pointe, car en 2 mois il faut traiter près de 1200 échantillons en respectant un protocole complexe. Vu la quantité de travail, des saisonniers ont été embauchés et j'ai réussi à mobiliser la majorité de mon équipe pour diviser les charges. J'ai organisé plusieurs équipes pour répartir les tâches. J'ai coordonné leur travail entre deux sites différents (terrain et laboratoire) en veillant sur les contraintes météorologiques et du temps de manipulation car les échantillons s'abîment s'ils ne sont pas traités dans un délai limité.

Dans le cadre d'une collaboration avec la plateforme de phénotypage haut-débit de Bordeaux (Métabolome) j'ai effectué un séjour de 4 semaines à l'INRA de Bordeaux, pour analyser la qualité de baie de raisin en travaillant avec des biochimistes.

Estimation et prise en charge du coût du projet

ESTIMATION DU COUT CONSOLIDE DE LA THESE
Se référer aux règles de calcul avant de compléter le tableau

Montants en euros TTC

	Nature de la dépense	Détails *		Coûts totaux (euros TTC)			
				Nombre d'unités	Coût unitaire moyen	Quote-part utilisation	Total
1	Ressources Humaines	Salaire brut	Charges				
1.1	Doctorant	2197	1161	36	3358	100%	120888
1.2	Encadrant 1	5073	3479	1,5	8552	100%	12828
1.3	Encadrant 2	4878	2577	3	7455	100%	22367
1.4	Autre personnel (hors sous-traitance)						
	8 techniciens de recherche (INRA)	12592	6208	4	18800	50%	37600
	1 main d'œuvres (INRA)	1532	644	4	2176	50%	4352
	1 chargé de recherche (INRA)	2884	1327	3	4211	50%	6316
	1 ingénieur de recherche (INRA)	2657	1223	2	3880	50%	3880
	1 ingénieur d'étude (INRA)	1995	982	1	2977	100%	2977
	2 technicien IFV	5796	3062	1	8858	100%	8858
	2 stagiaires IFV	1250	660	5	1910	100%	9550
	autres personnes IFV (entretien du matériel végétal)	2898	1531	9	4429	50%	19930
1.5	Sous-traitance						
	mesure delta C13			1	26910	100%	26910
	Reséquençage Genotoul (10 lanes)			10	2860	100%	28600
	génométypage Illumina puce SNP 20K			1	40000	33%	13200
	Sous-total Ressources Humaines						225673
2	Consommables	Détails					
2.1	Fournitures expérimentales	manip GBS sur 300 individus		300	33,34	100%	10000
		manip sur jus de raisin		1	1100	100%	1100
2.2	Fournitures de bureau			3 ans	80	100%	240
	Sous-total Consommables						11340
3	Infrastructures	Loyer total par ans					
3.1	Loyers, entretien et charges des locaux	4000		3	4000		12000
3.2	Loyer d'une serre	5000		6 mois	5000		2500
	Sous-total Infrastructures						14500
4	Matériel (amortissements)	Taux d'amortissement par ans				% dédié à mon projet	

4.1	Matériel d'expérimentation (dont les appareils, ordinateurs et logiciels spécialisés)	10%	2 ans	30000	33%	2000
4.2	Ordinateur de bureau	33%	3 ans	100	100%	100
4.3	Logiciels de bureau	33%	3 ans	150	100%	150
4.4	Matériel informatique avec entretien (serveur de calcul)	33%	1,5 an	20000	100%	10000
4.5	Chambre de culture	10%	3 ans	30000	50%	4500
	Sous-total Matériel					16750
5	Déplacements	Transport	Hébergement + autres frais			
5.1	Missions en France	300	1000	par ans	1300	3900
	Sous-total Déplacements					3900
6	Formation	Détails				
6.1	Formations	Ecole chercheur		2	400	800
		Autres modules de formation		3	350	1050
6.2	Autres frais (Inscription à l'Université, Sécurité Sociale étudiante, etc.)	Inscription		3	370	1110
	Sous-total Formation					2960
7	Documentation et communication	Détails				
7.1	Affranchissements, Internet, téléphone			Par ans	100	300
7.2	Frais de publication et	Publication d'article scientifique		2	1600	3200
		Relecture en anglais		2	200	400
	Sous-total Documentation et communication					3900
8	Charges financières (intérêts des emprunts)					0
	Sous-total Charges financières					0
9	Charges exceptionnelles					0
	Sous-total Charges exceptionnelles					0
10	TOTAL					279023

Compétences, savoir-faire, qualités professionnelles et personnelles

illustrées par des exemples

Mission principale : Mettre en place et déterminer les limites et les opportunités offertes par une méthode de sélection à la pointe de la technologie (sélection génomique) chez la vigne pour contribuer à un programme de création variétale novateur.

Mission 1. Effectuer une veille scientifique

- Participer à plusieurs séminaires et formations correspondants à mes questions de recherche.
- Repérer, analyser et comprendre les communications scientifiques liées à mes axes de recherche. (Notamment sur les concepts, les outils et méthodologies existants, et sur les résultats des études similaires à la mienne.)

Qualités et compétences développées : **Synthèse et transfert** des enseignements dans mon contexte de travail et adaptation à ma problématique de thèse.

Mission 2. Mettre en place les scénarios pour simuler le matériel végétal

- Choisir et apprendre à maîtriser le logiciel de simulation.
- Etudier l'histoire évolutive de la vigne et consulter les spécialistes de ce domaine.
- Implémenter et évaluer les différents scénarios.
- Optimiser la simulation en fonction des paramètres connus.
- Mettre en place une collaboration pour améliorer le logiciel de simulation.

Mission 3. Mettre en place les outils d'analyse informatique

- Définir des étapes d'analyse nécessaires.
- Créer ou adapter les outils d'analyses pertinents.
- Vérifier le bon fonctionnement des outils.

- Mettre en place une collaboration avec un bio-informaticien pour améliorer les performances et la généricité des outils créés.

Qualités et compétences développées : **Autonomie** dans le domaine de la simulation et de la sélection génomique. **Démarchage de collaborateurs potentiels** pour renforcer les compétences indispensables pour mon projet. **Explications simples de mon sujet** aux collaborateurs. **Argumentation** sur la pertinence de mes choix (logiciel, paramètres) en **restant à l'écoute** des remarques et des propositions des collaborateurs. Synthèse et intégration des nouvelles informations à mon travail. **Gestion d'importants volumes de données** avec les outils d'analyse appropriés. **Organisation des manipes** et **estimation du temps** d'analyse pour respecter le timing. **Communication** sur l'avancement du projet et des nouveaux résultats aux collaborateurs et à mes supérieurs.

Mission 4. Organiser et coordonner la récolte et la production des données phénotypiques

- Développer des protocoles d'analyse.
- Planifier et contribuer à la réalisation des analyses en laboratoire.
- Organiser et conduire la récolte
- Prévoir et gérer les personnes disponibles pour les travaux.
- Tenir informer les responsables des autres projets sur le déroulement des travaux.

Qualités et compétences développées : **Planification et organisation** des manips sur le terrain en fonction des moyens disponibles et des contraintes externes (personnes disponibles, maturité de la vigne, traitement phytosanitaires sur les parcelles voisines, conditions météorologiques). **Définition des objectifs**, organisation logistique entre le terrain et le labo, **gestion de priorités et d'imprévus**. **Encadrement et suivi de saisonniers** et des équipes de techniciens. **Etablissement et respect des protocoles** de travail. **Communication** avec l'équipe de récolte et information des responsables des autres projets sur l'avancement des travaux.

Mission 5. Contribuer au développement d'un protocole de génotypage par séquençage (GBS) adapté à la vigne

- Rechercher de l'information bibliographique sur les techniques à mettre en place.
- Participer à la mise en place des tests en laboratoire.
- Suivre la production et les analyses de données.

Qualités et compétences développées : **Organisation et mise en place des tests** en laboratoire.

Planification des manips et travail pour **optimiser les méthodes** utilisées.

Mission 6. Analyser et interpréter les données

- Classer et comparer les résultats des analyses.
- Rédiger des rapports d'étape sur les résultats.
- Organiser et animer des réunions avec mes supérieurs sur l'avancement des analyses. Discussion sur les points problématiques.
- Solliciter des spécialistes des différents domaines (génétique quantitative, bio-statistiques) pour contribuer à la réflexion.
- Prendre des décisions sur la direction à prendre et définition de deadline pour les futures analyses.

Qualités et compétences développées : **Extraction des données exploitables** à partir des résultats bruts. **Analyse critique** des résultats, organisation et **présentation à l'écrit et à l'oral**. **Organisation et animation des réunions** scientifiques avec mes supérieurs et d'autres experts. **Interprétation des résultats** en tenant compte des remarques et propositions des participants et prise de **décisions** pour la suite du projet.

Mission 7. Communiquer les résultats de la thèse à l'oral et à l'écrit.

- Définir et structurer le contenu de la communication avec mes supérieurs.
- Interagir avec mes supérieurs et les collaborateurs pour améliorer le manuscrit.

- Préparer un exposé oral et soutenir les résultats de ma thèse devant un jury spécialisé dans mon domaine de recherche.

Qualités et compétences développées : Organisation et **présentation des travaux et résultats** d'un projet de 3 ans. **Evaluation de l'importance** des résultats. **Synthèse** des résultats d'analyses pour en **dégager des messages** clairs.

Résultats scientifiques et techniques :

- Etudes de génétique d'association (GWAS), et mise en place des modèles de sélection génomique (GS) chez la vigne.
- Phénotypage du matériel végétal sur le terrain et en laboratoire sur 2 années. Analyses statistiques des données.
- Développement d'un pipeline d'analyse génétique (GS et GWAS) haut débit.
- Mise en place de protocoles de génotypage par séquençage (GBS) et détection de SNP.

Résultats en gestion et pilotage de projet :

- Coordination et réalisation de campagnes d'analyses.
- Organisation, structuration et traitement d'importants jeux de données.
- Communication : rédaction de rapports d'avancement, de la thèse et d'articles scientifiques en anglais. Organisation et animation de réunions.

Résultats relationnels et managériaux :

- Mise en place et coordination de collaborations interdisciplinaires.
- Développement d'un réseau d'experts scientifiques de différents domaines à l'échelle nationale et internationale.
- Encadrement de techniciens et de saisonniers.

Résultats, impact de la thèse

Ma thèse est une première étude sur la faisabilité et l'application de la prédiction génomique chez la vigne. Les connaissances acquises seront publiées dans des journaux scientifiques et serviront de base aux futurs projets au sein de laboratoire (un chargé de recherche va être recruté pour poursuivre mes analyses).

J'ai développé des outils d'analyses qui permettent de réaliser des prédictions génomiques et de la génétique d'association sur tout le génome à la fois pour des données simulées et réelles. En les rendant plus accessibles aux utilisateurs, ils représenteront un appui précieux aux programmes de sélection. Cet outil peut aider à choisir la stratégie la mieux adaptée pour répondre à l'objectif du programme compte tenu des moyens engagés. Le choix optimal permet de conduire un programme plus efficient en économisant du temps et de l'argent.

J'ai contribué à la définition d'un protocole de génotypage par séquençage (GBS) appliqué à la vigne. Cette méthode est capable d'assurer un marquage dense sur tout le génome par une technique relativement simple et bon marché.

Cette thèse m'a aidé à élargir et à approfondir mes connaissances scientifiques et techniques dans le domaine de l'amélioration des plantes (et plus précisément de la vigne, difficile à manipuler de par sa nature pérenne). Je la considère comme un premier pas dans le monde de la recherche y compris une première expérience de gestion de projet scientifique long (sur 3 ans). En fin, ces trois ans de thèse m'ont apportées des réflexions précieuses pour la construction de mon projet professionnel en me faisant découvrir et développer des nouvelles compétences.

Identifications de pistes professionnelles

Durant ma thèse j'ai développé une **expertise dans un domaine pointu** et j'ai construit mon réseau professionnel en mettant en place des **collaborations** interdisciplinaires. Un poste de « **chargé de**

recherche » dans un institut publique me permettrait de valoriser ces compétences en mettant en place des projets scientifiques fondamentaux ou appliqués entre plusieurs partenaires.

Je suis une personne très **curieuse**, je suis née en Hongrie et c'est la découverte d'une autre culture et une autre langue qui m'ont poussée à venir en France et à poursuivre mes études en thèse. Pendant la réalisation de mon projet de thèse je me suis découvert une grande affinité pour la **gestion scientifique** et le **management d'équipe**. Aujourd'hui j'aimerais utiliser et développer ces types de compétences, dans le domaine de mon expertise professionnelle, la génétique et amélioration des plantes, à travers un poste de « **chef de projet R et D en amélioration des plantes** » dans une entreprise.

Charles HOFFMANN

**L'influence du rythme de la musique sur
l'amélioration de la performance en endurance et le bien-être**



Mentor : Pierre BESSON

Ecole doctorale :

Sciences du Mouvement Humain 463

Laboratoire de recherche :

Movement to Health (EA2991)

Université de rattachement :

Université Montpellier-1

Sujet de thèse :

« La Stabilisation Informationnelle du
Couplage Locomotion-Respiration »

Directeur de thèse :

Pr. Benoît BARDY

Date probable de soutenance de thèse :

Décembre 2013

Présentation orale du « NCT » : Montpellier, le 20 juin 2013

I. CADRE GENERAL DE MA THESE

Résumé et enjeux de mon projet de recherche

Mon travail de thèse part du constat que le rythme et le mouvement humain sont profondément liés. La musique est un exemple pragmatique de la tendance naturelle du rythme à entraîner notre corps à bouger. Cela peut s'observer lorsque nous tapons des pieds, balançons nos épaules en rythme avec notre musique préférée de façon spontanée ou délibérée ou lorsque nous dansons. Cette propension à coordonner nos mouvements avec le rythme apparaît dès le plus jeune âge, est universel et transcende les pays et cultures.

L'objectif de ma thèse est d'exploiter le lien entre mouvement et rythme afin de maximiser les performances individuelles et d'améliorer la santé et le bien-être. A ce jour, la stimulation auditive externe a été montrée comme un moyen efficace pour améliorer la synchronisation motrice dans le domaine des coordinations bimanuelles. Cependant, peu d'attention a été portée sur le lien entre le rythme et l'efficacité motrice (cinématique du mouvement et réponses physiologiques) lors d'activités physiques.

Dans le domaine des sciences du sport et de l'exercice, la musique est connue pour améliorer l'état psychologique (motivation, plaisir, bien-être), le travail fourni et augmenter l'efficacité énergétique dans des tâches répétitives (marcher, courir), mais avec des résultats contradictoires (marche, course, cyclisme). De plus, la synchronisation auditivo-motrice n'est quasiment jamais étudiée dans ce type d'activités. Sachant que la fréquence du mouvement a été identifiée comme un paramètre crucial influençant le coût métabolique dans les activités physiques, la fréquence de la stimulation auditive semble être un élément crucial pour expliquer les effets de la musique sur la performance et les variables physiologiques (fréquences cardiaque, respiratoire). **Ma thèse a pour but de tester l'effet du rythme sur les variables cinématiques du mouvement (fréquence, variabilité) et physiologiques (fréquence respiratoire, consommation d'oxygène) en endurance.** En cyclisme, il apparaît que si le rythme du métronome correspond à la fréquence préférentielle spontanée de pédalage de l'athlète, alors la stimulation auditive améliore la performance, entraînant un meilleur couplage entre la respiration et la course, une diminution de la dépense énergétique et une augmentation de l'endurance. Partant de ce constat, nous avons supposé que la présentation d'un métronome dont le rythme est éloigné de la fréquence préférentielle de mouvement de l'athlète devrait affecter sa fréquence de mouvement même lorsqu'il n'a pas pour instruction de se synchroniser avec la stimulation auditive, ceci conduisant à une plus grande consommation d'énergie. Ces résultats permettraient d'expliquer pourquoi certains morceaux musicaux sont plus efficaces que d'autres et clarifieraient le rôle du rythme de la musique pour soutenir la performance athlétique quel que soit le niveau d'expertise.

Une des limites actuelles est l'absence d'adaptation du rythme de la stimulation auditive aux performances motrices et physiologiques individuelles. Etant donné que la stimulation auditive semble être la plus bénéfique lorsque le rythme de la musique est très proche de la fréquence de mouvement préférentielle de l'athlète, alors un meilleur effet de la stimulation est attendu lorsqu'elle est adaptée en temps réel au mouvement de l'athlète, et donc en adéquation avec la demande énergétique de l'organisme à un instant donné. **Ma thèse apporte l'opportunité d'étudier l'effet d'une stimulation auditive externe adaptative sur la cinématique du mouvement et les variables physiologiques en prenant en compte la variabilité biologique.**

Ma thèse dans son contexte

Suite à mon Master 2 Recherche en Sciences du Mouvement Humain, j'ai été recruté par le laboratoire *Movement to Health* (M2H - EA2991) dirigé par le Pr. Benoît BARDY dont la mission est **l'identification des signatures motrices de la santé**. Je participe par mon travail à remplir l'un des objectifs principaux du laboratoire consistant à **évaluer l'efficacité du comportement**. Je m'inscris plus particulièrement dans l'équipe COORDYN dont le responsable est Julien LAGARDE qui a pour but **d'analyser les mécanismes impliqués dans la formation des patrons de coordination entre les mouvements d'une personne et l'environnement**.

Une des forces du laboratoire M2H est la **pluridisciplinarité** dont il fait preuve, réunissant des chercheurs mais aussi des praticiens hospitaliers (médecins, psychologues) autour de **thématiques de recherche communes**. Cette particularité permet d'une part de confronter ses idées avec celles de personnes d'horizons éloignés dont les raisonnements peuvent être parfois très différents, et d'autre part d'apporter une plus grande richesse en termes de connaissances scientifiques. Cette pluridisciplinarité était primordiale pour moi afin de mener à bien mon projet de recherche qui repose fondamentalement sur une approche multidisciplinaire. En effet, j'ai dû acquérir et mettre en lien des connaissances scientifiques ainsi que des savoir-faire techniques issus de domaines très variés (*cf.* partie « Compétences scientifiques et techniques »).

Parallèlement à mon travail de thèse, j'ai participé au Projet de la Commission Européenne **SKILLS** (FP6 IST 035005) d'octobre 2010 à décembre 2011 (date de fin du projet). Mon rôle était de valider l'utilisation de la réalité virtuelle comme accélérateur d'apprentissage d'un comportement expert en aviron. Afin de répondre aux exigences du projet, une **collaboration étroite entre les partenaires** était cruciale. J'ai dû particulièrement échanger avec des ingénieurs dans la phase de développement technologique. Ceci m'a permis de **développer des connaissances** dans des domaines qui m'étaient totalement étrangers. J'ai activement contribué au **montage et à l'écriture d'un second projet européen** intitulé **BEATHEALTH** (STREP - FP7) qui débutera en octobre 2013 pour une durée de trois ans. Ce projet s'appuie en partie sur le travail réalisé durant mes trois années de doctorat sur l'influence du rythme d'une stimulation auditive sur la performance en endurance.

L'implication du laboratoire dans de nombreux projets aussi bien nationaux (M@RGAUT, Mary CURY, ANR, *etc.*) qu'europeens (MARS, SKILLS, ALTEREGO, BEATHEALTH, *etc.*) facilite la mise en place de thèses à l'étranger ou en cotutelle, de stages durant la thèse, la venue de doctorants étrangers ou encore l'obtention de stages postdoctoraux. Mon implication dans certains de ces projets est un atout supplémentaire dans l'obtention d'un poste à l'étranger.

Moi dans ce contexte

La découverte du monde de la recherche, au travers de différentes unités d'enseignement choisies lors de mes années de licence, a fait naître en moi une réelle volonté

d'en faire mon quotidien. J'ai alors décidé de venir à Montpellier afin d'y poursuivre mes études en Sciences du Mouvement Humain (Master puis Doctorat). J'ai pu apprendre durant ces années de formation comment bâtir une **démarche scientifique cohérente**, comment **construire un projet de recherche pertinent** et comment **le gérer de façon efficace pour le mener à bien**. Ceci n'a fait que renforcer mon envi initial de m'engager dans le domaine de la recherche. En effet, j'apprécie tout particulièrement cette démarche consistant à monter un projet, le voir évoluer, l'adapter ainsi que le sentiment de contribuer à l'avancée des connaissances scientifiques par la dissémination de mes résultats.

Ma thématique de recherche est une façon pour moi de concilier en un sujet commun deux de mes plus grandes passions : la **musique** et le **sport**. Mon attrait pour l'étude des liens existant entre la musique et les performances sportives est renforcé par l'observation d'une augmentation évidente du nombre de coureurs dépendants de leurs Smartphones ou lecteur audio portable lors de leurs séances d'entraînement. Sachant que l'inactivité physique est le grand **problème de santé publique du 21^{ème} siècle et le 4^{ème} facteur de risque de mortalité globale**, je vois dans ces **nouvelles technologies** un moyen extraordinaire de motiver la population à faire du sport. Cependant, la multiplication des applications pour Smartphones destinées à promouvoir l'activité physique m'interroge sur le réel intérêt et bénéfice de certaines d'entre elles ainsi que sur leur véritable capacité à inciter la population à pratiquer une activité physique. C'est pourquoi, une partie de mon travail est destiné à **identifier les paramètres pertinents des stimulations auditives** qui motivent le plus la population en fonction de leurs activités, leurs comportements et leur niveau d'expertise. N'échappant pas moi-même à la dure loi du sport consistant à la recherche perpétuelle d'amélioration de mes performances, mon implication dans mon travail s'en retrouve renforcée.

Mon projet de recherche est soutenu financièrement par une **allocation de recherche ministérielle** sur trois ans. Cela me permet de réaliser plus sereinement les recherches qui me semblent les plus pertinentes au regard des manques que j'ai pu constater dans la littérature. L'étude des liens entre mouvement et rythme suscite de nos jours un **engouement très marqué**. Il est donc assez facile d'instaurer des **collaborations** avec des laboratoires français ou étrangers par l'intermédiaire de projets européens. Ceci me permettant d'établir ou de renforcer des contacts pour mon avenir.

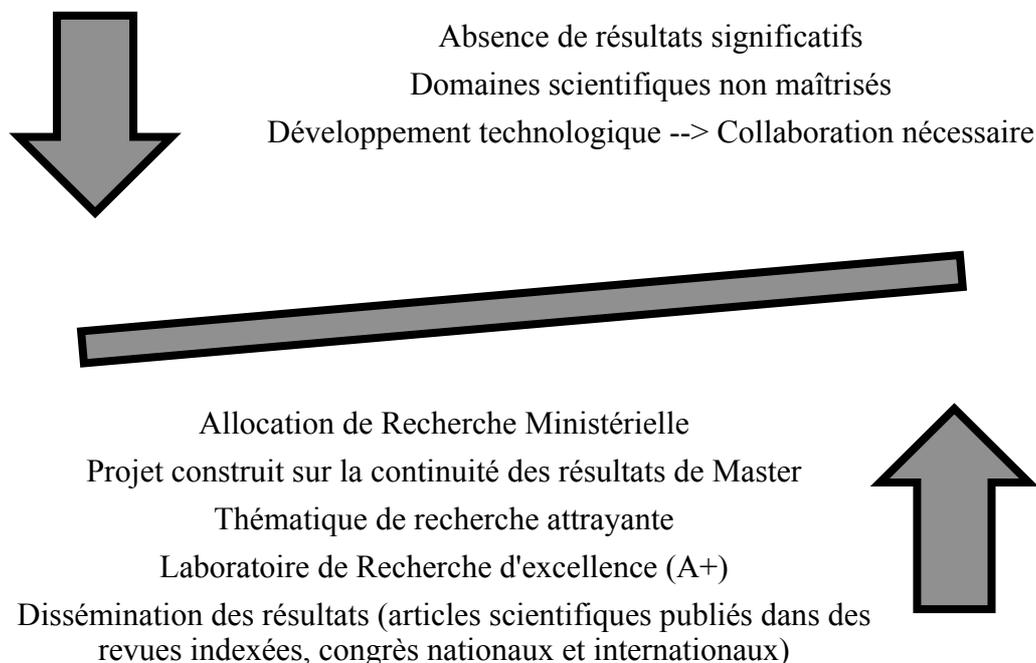
II. DEROULEMENT, GESTION ET ESTIMATION DU COUT DE MON PROJET

Préparation et cadrage du projet

Nous avons élaboré, avec mon directeur, un projet sur trois ans s'appuyant sur les résultats prometteurs que nous avons obtenus lors de mon master. Même si notre projet comportait de nombreux **facteurs de succès**, il était indispensable de prendre en compte des **facteurs de risques** tel que l'absence de résultats significatifs dans les expérimentations suivantes. Afin de palier à ces difficultés inhérentes à la recherche, nous avons mis en place avec mon directeur de thèse un suivi proche avec des réunions de recherche tous les deux ou avec l'ensemble de l'équipe de recherche dont nous faisons parti (i.e. COORDYN). Plutôt que

de définir un calendrier de réunion fixe, nous avons préféré adopter un système plus flexible avec des **réunions à des moments stratégiques** du travail (élaboration du protocole, présentation de pré résultats, des résultats, écriture de publications, *etc.*) me permettant ainsi d'éviter bien des erreurs. Ce système nous a permis **d'ajuster** notre projet au fur et à mesure au regard des difficultés rencontrées et des résultats obtenus. Une des forces de ce projet est son approche **multidisciplinaire** mais cela constituait également un facteur de risque non négligeable puisque certains des domaines de compétences requis n'étaient maîtrisés par aucun des membres du laboratoire. Il a donc fallu mettre en place des **collaborations étroites et efficaces** avec des partenaires capable de palier à nos manques.

Mes trois années de thèse étaient financées par une allocation de recherche ministérielle. Ce financement m'a été attribué au regard de la **pertinence** de mon projet, de sa **qualité scientifique** et de sa **faisabilité**. Cependant, l'allocation ne prenait en charge que mon salaire et non pas les dépenses inhérentes aux expérimentations, utilisations de matériels scientifiques, *etc.* Pour cela, le laboratoire prévoit dans son budget annuel une part pour les expérimentations des doctorants. Nos locaux se trouvant dans la faculté des sciences du sport, il est aisé de trouver des participants acceptant de se prêter au jeu de la recherche. De plus, le laboratoire M2H a été évalué **A+** par l'AERES lors du dernier quadriennal et constitue à ce titre un **lieu d'excellence** pour mener à bien son travail de recherche. Il a bâti lors de projets antécédents de solides liens avec des laboratoires (français et étrangers / public et privé) issus de domaines de recherche très variés, facilitant ainsi la mise en place de **projets collaboratifs** lorsque des connaissances dans un domaine particulier nous manquent ainsi que **l'insertion professionnelle** future.



Conduite du projet (cf. rétro planning de thèse)

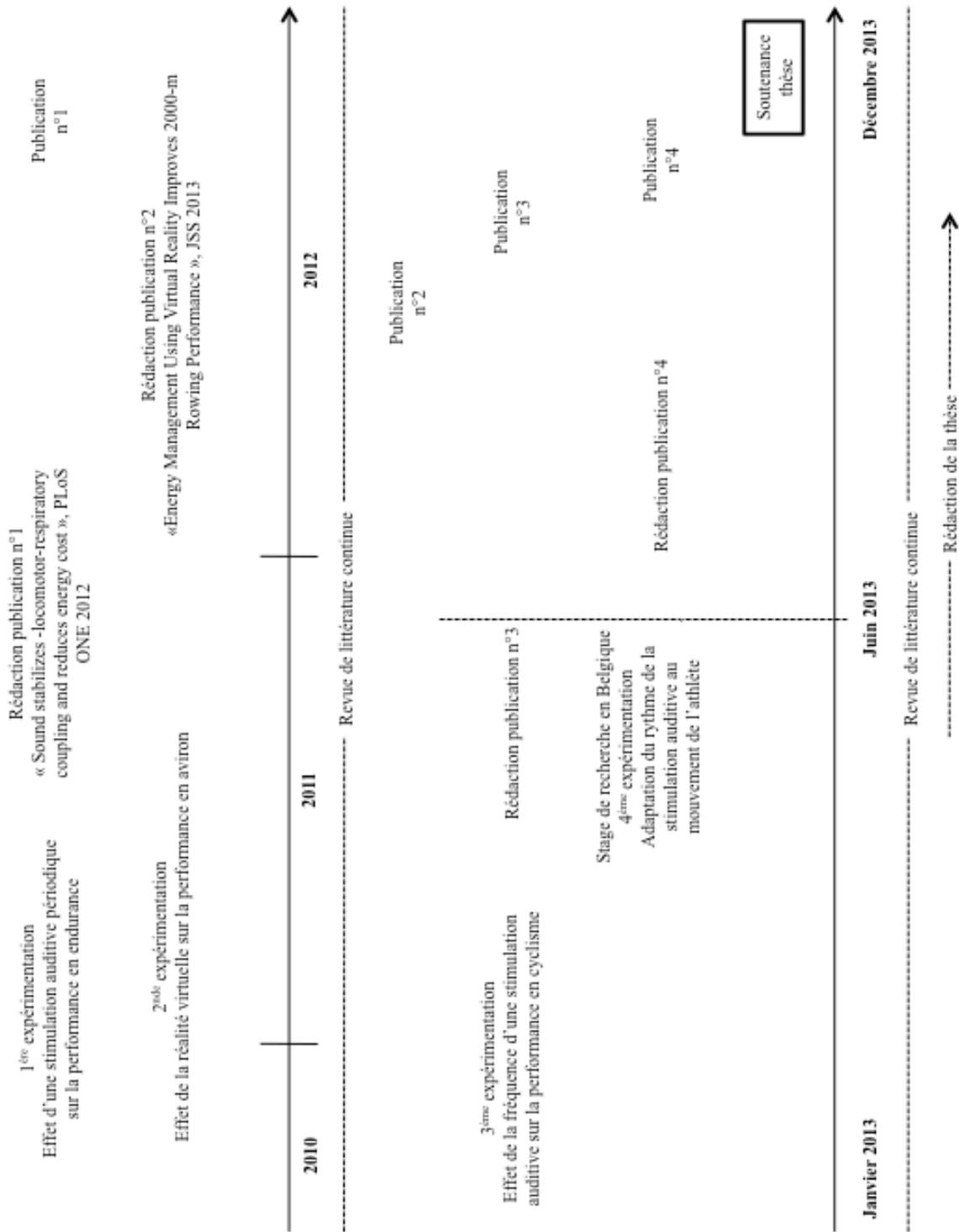
Lors des discussions avec mon directeur de thèse ou les autres membres de l'équipe, j'ai toujours pu **donner mon avis et m'exprimer** au sujet des difficultés rencontrées. Ceci me donne le sentiment d'avoir donné à ma thèse l'orientation que je souhaitais tout en ayant l'approbation de mon directeur et des titulaires du laboratoire. Ceci était particulièrement important lorsque certaines réorientations de mon sujet ont dû être opérées à la vue de résultats négatifs. Dans ces moments difficiles, il était important que je défende mon point de vue pour que les décisions finales soient le fruit d'une **concertation**.

Nous étions initialement deux sur ce projet (mon directeur de thèse et moi), puis nous avons soumis des offres de stages auprès des masters ingénierie de la préparation physique et recherche. Notre projet a suscité un certain engouement et nous nous sommes rapidement retrouvés à travailler à trois ou quatre sur la même thématique de recherche. Cette collaboration permettait d'être plus nombreux à réfléchir, de **confronter** point de vue sur la direction à prendre et l'analyse / interprétation des résultats.

En plus des réunions avec mon directeur de thèse et les autres membres de l'équipe, j'ai **exposé** à plusieurs reprises mes travaux lors de séminaires du laboratoire ou extérieurs. Ceci m'a permis de confronter mes idées à celles de la communauté scientifique au sens large et de procéder à des ajustements de mon travail au regard des commentaires, critiques ou encouragements que j'ai pu avoir. De plus, mon laboratoire consacre une demi-journée par an au bilan des thèses des doctorants afin de présenter l'avancée de nos projets respectifs à l'ensemble du laboratoire. Cela permettait d'avoir un avis extérieur sur la façon dont ma thèse avançait et la direction qu'elle prenait.

D'un point de vue technique, les expérimentations que nous avons mises en place nécessitaient un certain **savoir-faire** qui nous faisait défaut. Nous avons dû régulièrement faire appel à un ingénieur en électronique pour nous aider à la fabrication de certains dispositifs expérimentaux. Ceci a été l'occasion pour moi de **développer et d'acquérir des compétences dans le domaine de l'électronique et de l'informatique**.

En ce qui concerne la **valorisation des résultats** au travers des publications scientifiques, les résultats obtenus ne nous permettaient pas forcément de soumettre dans les revues initialement visées, ce qui nous a contraint à modifier notre stratégie. De plus, les délais de soumissions, révisions d'articles, acceptation et publications nous ont parfois imposé de changer notre calendrier ou de procéder simultanément à plusieurs tâches. Ceci a développé mes capacités **d'organisation** en séquençant ma journée en trois ou quatre blocs de travail bien distincts (par exemple : écriture, expérimentation, traitement des données, revue de littérature).



Evaluation et prise en charge du coût du projet

Le coût de mon projet de thèse est estimé à 202 511,63 € sur 36 mois. La nature des dépenses ainsi que les sources de financement sont détaillées ci-dessous.

Nature de la dépense		Coût (euros TTC / 36 mois)	Ressources
1 Ressources humaines			
1.1	Doctorant	60 657,12	Allocation de recherche ministérielle
1.2	Prime enseignement	4 077,36	Université Montpellier-1
1.3	Directeur de thèse (25%)	99 423	Université Montpellier-1
1.4	Stagiaire M2R	2 460	Laboratoire M2H
1.5	Ingénieur (10%)	5 937,12	Laboratoire M2H
1.6	Médecin	2 350	Laboratoire M2H
1.7	Gestionnaire administrative (2%)	1137,50	Université Montpellier-1
Sous-total Ressources humaines			176 042,10 €
2 Consommables			
2.1	Fournitures expérimentales	80	Personnelles
2.2	Fournitures de bureau	100	Personnelles
2.3	Bons décatlon (participants)	1 650	Laboratoire M2H
Sous-total Consommables			1 830 €
3 Infrastructures			
3.1	Fluide, Charges, Internet, Téléphone	7 000	Université Montpellier-1
3.2	Salle de recherches	2 670	Laboratoire M2H
Sous-total Infrastructures			9 670 €
4 Matériel			
4.1	Matériel d'expérimentation	2 140	Laboratoire M2H
4.2	Logiciels de bureau	2 050	Laboratoire M2H
4.3	Ordinateur de bureau	1 750	Laboratoire M2H
Sous-total Matériel			5 940 €
5 Déplacements			
5.1	Congrès à l'étranger	3 757,32	Projet SKILLS + Laboratoire M2H
5.2	Congrès en France	322,72	Laboratoire M2H
Sous-total Déplacements			4 080,04 €
6 Formation			
6.1	Formations Ecole Doctorale	1 600	ED SMH
6.2	Ecole d'été SKILLS	179,78	Projet SKILLS
6.3	Inscriptions à l'université	1 219,71	Personnelles
Sous-total Formation			2 999,49 €
7 Communications			
7.1	Impressions	450	Projet SKILLS + Laboratoire M2H
7.2	Publications	1 500	Projet SKILLS
Sous-total Communications			1 950 €
TOTAL		202 511,63 €	

III. COMPETENCES, SAVOIR-FAIRE, QUALITES PROFESSIONNELLES ET PERSONNELLES ACQUISES ET/OU MISES EN ŒUVRE

Ces cinq dernières années (Master + Doctorat) m'ont permis d'acquérir et de développer un ensemble de savoir, savoir-faire et savoir-être très utile pour mon travail de chercheur et transférable dans d'autres domaines.

Compétences scientifiques et techniques

La **pluridisciplinarité** de mon sujet de recherche constitue l'une de ses richesses. Ceci m'a permis d'accumuler des connaissances dans de nombreux domaines scientifiques :

- Physiologie
- Psychologie comportementale
- Contrôle moteur
- Neurosciences
- Statistiques
- Musicologie

Même si certains de ces domaines m'étaient déjà familiers voire maîtrisés suite à mon master et ma formation musicale, j'ai dû acquérir très rapidement des connaissances approfondies dans chacun d'entre eux. J'ai dû développer une **capacité d'appréhension rapide** d'un domaine scientifique ou de compétences scientifiques inconnus. Cette expertise théorique fut construite sur la base de lecture de nombreux articles scientifiques (environ 300), la participation à des formations proposées par mon école doctorale et une école d'été mise en place par le projet SKILLS dont je faisais parti sur l'intérêt de la réalité virtuelle comme accélérateur d'apprentissage. J'ai également participé de façon **assidue** aux séminaires hebdomadaires de mon laboratoire avec la présence de chercheurs français et étrangers issus de domaines scientifiques très variés participant ainsi à mon éveil scientifique.

- **Recueil, traitement et analyse de données**

Ma **participation active** dans la conception de plusieurs dispositifs d'expérimentation pour le recueil de données (boîtier d'acquisition de signaux de pression, respiratoire, fréquence de mouvement) m'a permis d'acquérir des **connaissances approfondies en électronique**.

L'élaboration de « routines » pour le recueil et le traitement de données m'a permis de développer des compétences pointues en terme de **programmation** (Scilab, Matlab, Labview, MaxMSP) et d'**analyses statistiques** (Statistica, R).

Mon projet m'a également conduit à l'utilisation de dispositifs technologiques de **capture de mouvement** en 3 dimensions (VICON, Mobility Lab) venant ainsi enrichir mes compétences techniques.

- **Enseignement**

Mon statut d'allocataire de recherche ministériel m'a donné l'opportunité d'enseigner durant **64h** en tant que **moniteur**. Grâce à cette expérience, j'ai pu élargir mes connaissances techniques en informatique et entraîner ma capacité à **transmettre de l'information** dans des domaines tels que les neurosciences et l'analyse biomécanique de la performance à des non-spécialistes du champ (étudiants en Sciences de Techniques des Activités Physiques et Sportives). J'ai pu développer mon aptitude à faire passer un message clair, précis, concis et compréhensible par le plus grand nombre. J'ai été très **attentif** à la réelle compréhension de mes étudiants (questions durant le cours) et fait preuve de beaucoup de **patience**.

- **Management**

L'encadrement de plusieurs stagiaires (4 M1 IPP - Ingénierie de la Préparation Physique, 1 M1 Recherche et 1 M2 Recherche) m'a appris à **gérer** au quotidien les interrogations que pouvaient avoir chacun d'entre eux et j'ai surtout dû **adapter** ma façon de manager à la personnalité de chacun.

Je suis **responsable de l'organisation des séminaires** du laboratoire depuis 3 ans. Je dois prendre contact avec des chercheurs aussi bien français qu'étrangers, fixer avec eux une date de présentation et planifier leur voyage ainsi que leur séjour. Une présentation du laboratoire et des salles de recherches est prévue le jour de leur venue avec des démonstrations des expériences en cours, et je mets en place des speed meetings qui sont l'occasion pour des doctorants ou statutaires d'échanger avec la personne invitée.

J'ai également **présidé l'association** des doctorants et anciens doctorants du grand sud (Marseille, Montpellier, Nice, Avignon et Toulon) durant un an. Cela m'incombait notamment la responsabilité de l'organisation de la journée annuelle de l'école doctorale Sciences du Mouvement Humain qui s'est tenu le 11 mai 2012 à Montpellier impliquant la création d'un site web autour de la journée, le choix d'une idée originale, la gestion des participants, la recherche de sponsors, la préparation de kits de bienvenue, le bon déroulement de la journée (présentations orales et affichées, repas, visite des stands partenaires, moment détente).

- **Maîtrise de l'anglais**

J'ai entraîné ma compréhension et ma capacité à communiquer en anglais par la **lecture** d'articles scientifiques, **l'écriture** de plusieurs articles scientifiques, projets et résumés pour des congrès, la **présentation** de mes résultats lors de communications orales ou de discussions lors de communications affichées, un **séjour de recherche** dans un laboratoire étranger (Belgique) durant deux semaines ainsi que des **collaborations** avec des laboratoires étrangers (Italie, Belgique, Espagnol, Allemand, etc.) dans des projets européens

Compétences liées à la gestion d'un projet de trois ans

Management du projet :

- Documentation et veille scientifique et technique
- Formalisation d'un sujet et d'une problématique
- Planification des étapes, évaluation des moyens disponibles et des besoins, exécution et réévaluation, respect des dates limites
- Mise en valeur des résultats par le biais de communications

Le management d'un projet sur trois ans implique la gestion simultanée d'un ensemble d'éléments :

- La thèse en elle-même (comme décrit précédemment)
- La recherche de financements pour les expérimentations
- La gestion de participants (≈ 200) pour les expérimentations (parfois plusieurs expérimentations en même temps) : planning, réservation des salles de recherches, vérification du matériel, commandes de consommables presque épuisés
- Les demandes de financements pour les missions, la gestion du transport et du logement
- La préparation et la réalisation d'enseignement
- L'encadrement de stagiaires

Elaboration de projets :

- J'ai participé à un premier projet européen (FP6-SKILLS) durant deux ans et je suis actuellement impliqué dans un second (STREP-FP7-BEATHEALTH) dans lequel j'ai activement participé au montage et à l'écriture. Ces deux expériences m'ont permis de connaître et de me confronter aux règles strictes de l'Europe concernant le montage de projets, de savoir quels sont les points clés et incontournables afin de soumettre un projet intéressant.

Valorisation des résultats :

- La communication de ses résultats est indispensable dans le monde de la recherche d'une part pour faire avancer les connaissances scientifiques et d'autre part car elle vous expose aux regards critiques d'autres chercheurs dont les remarques et observations vous aident à avancer.
- La publication d'articles scientifiques dans des revues indexés (PlosOne, Journal of Sports Sciences) m'a permis de gagner en clarté afin d'être compris par le plus grand nombre et pas seulement par les spécialistes de mon champ et d'être synthétique. J'ai également participé à l'écriture d'un ouvrage scientifique (Livre SKILLS).
- J'ai présenté à plusieurs reprises mes travaux lors de congrès internationaux par l'intermédiaire de présentations orales ou affichées (PMC, ACAPS, Club Locomotion, *etc.*). Ces rencontres ont été l'occasion de me faire connaître, et d'échanger des idées et des informations autour de mon sujet de recherche.
- J'ai également animé plusieurs réunions d'équipes et séminaires du laboratoire afin de présenter mes résultats ou des méthodes d'analyse de données.

Travail en équipe :

- Collaboration étroite avec un ingénieur et plus largement avec les autres membres du laboratoire spécialistes de différents champs (physiologie, neurosciences, traitement du signal, *etc.*).
- Organisation de réunions d'équipes mensuelles afin de présenter nos résultats, discuter des attentes de chacun, de l'organisation des missions, des projets.
- Collaboration à distance lors du projet européen SKILLS (notamment Italie) ou suite à un stage effectué à l'étranger (Belgique) pour traiter/discuter des résultats des expérimentations réalisées en commun et la rédaction d'articles scientifiques.
- Dans le cadre des enseignements : collaboration étroite avec les autres enseignants et les responsables des unités d'enseignement afin d'harmoniser les contenus de formation ainsi que les examens.

Création et entretien d'un réseau professionnel :

- Participation aux doctorales qui m'a permis de rentrer en contact avec de nombreuses personnes issues du monde industriel.
- Prise de contact avec de nombreux chercheurs issus de tout domaine lors des séminaires, de colloques ou congrès internationaux.
- Inscription sur des réseaux sociaux (ResearchGate, Association de doctorants et anciens doctorants, *etc.*).

Qualités personnelles :

Les expériences vécues durant mes trois années de thèse m'ont permis de développer un certain nombre de qualités personnelles :

- Une grande organisation et rigueur : gestion simultanée de projets scientifiques, d'enseignement et d'encadrement ; passation d'environ 200 sujets à équiper avec le matériel expérimental, classifier les données et les traiter nécessitent une rigueur absolue pour ne pas faire d'erreur
- Une grande curiosité intellectuelle et technique : la pluridisciplinarité de mon sujet de thèse impliquait de ma part un éveil scientifique important afin de me tenir informé des nouvelles avancées scientifiques dans une multitude de domaines. Je participais avec plaisir aux séminaires hebdomadaires organisés par mon laboratoire afin de voir ce qu'il se fait dans d'autres domaines et de savoir quelles sont les questions importantes du moment. La plupart de mes expériences ont nécessité des dispositifs de mesures que le laboratoire ne possédait pas. Pour palier à ce manque, je faisais régulièrement appel à un ingénieur du laboratoire sans hésiter à participer moi-même à la fabrication du dispositif.
- Une rapidité de compréhension : indispensable lorsque l'on travaille sur un projet pluridisciplinaire et qui me permet de m'adapter rapidement notamment dans le cas de collaborations.
- Une capacité à gérer les risques et résoudre les problèmes rencontrés efficacement : nous avons en amont de l'initiation du projet évalué les principaux risques et prévu des voies subsidiaires. Cependant, un projet sur trois ans implique inévitablement des impondérables auxquels il a fallu faire face et solutionner très rapidement.

IV. RESULTATS ET IMPACTS DE LA THESE

Résultats

Nos résultats ont déjà montré que réaliser un mouvement répétitif (cyclisme) tout en écoutant une stimulation auditive rythmique n'est pas seulement une expérience plaisante mais améliore également la performance et le niveau de bien être, entraînant un meilleur couplage entre la respiration et le mouvement, une réduction de la dépense énergétique, une augmentation générale de l'endurance et du désir de faire du sport. Cependant, l'impossibilité pour les sportifs qui utilisent des technologies existantes d'adapter la musique à leur performance individuelle (en synchronisant le rythme de la musique au rythme de leur pas) limite les bénéfices de la stimulation auditive externe. Durant les trois ans de ce projet, des sportifs occasionnels ont été soumis à un programme d'amélioration de la performance qui est capable **d'adapter en temps réel la musique écoutée au rythme de course**, comme une conséquence de la fatigue, changement de pente, de l'amplitude du pas, l'évitement d'obstacles, *etc.* **Les bénéfices de ce programme ont été mis en évidence aux niveaux comportementaux, physiologiques et neurobiologiques.**

Impact pour le laboratoire, la recherche et la société

Pour le laboratoire : l'un des objectifs majeurs du laboratoire dans lequel s'est déroulé ma thèse est **d'améliorer l'efficacité motrice**. J'ai contribué par mes travaux à remplir cet objectif. De plus nous avons porté une attention toute particulière aux **marqueurs de la santé motrice** tel que la stabilité du patron de mouvement et le couplage locomotion-respiration, qui sont des marqueurs clés pour **prévenir les dégénérescences motrices** et autres problèmes liés à la motricité.

Pour la recherche : une extension naturelle des travaux déjà réalisés dans le domaine des neurosciences était l'exploitation du **rythme comme un moyen d'améliorer les performances du mouvement**. Le rythme, par sa tendance à solliciter des régions du cerveau également impliquées dans le contrôle moteur, le timing et à favoriser les mouvements synchronisés, est idéalement adapté pour modifier et améliorer les performances du mouvement (augmentation de la vitesse du mouvement ou la fréquence, ou réduire la variabilité). Cette possibilité a un énorme potentiel pour **améliorer le comportement moteur** chez les individus sains, **aider la réhabilitation** de dysfonctions du mouvement chez des patients avec des troubles moteurs, et de façon plus générale à **stimuler un style de vie actif** et prévenir de futures maladies. De nos jours, cependant, très peu d'applications et de dispositifs technologiques ont exploité le rythme comme un outil pour améliorer les habiletés motrices.

Pour la société : **L'inactivité physique est le plus grand problème de santé publique du 21^{ème} siècle et le 4^{ème} facteur de risque de mortalité globale.** 31% de la population mondiale ne remplit pas les recommandations minimales d'activité physique. L'inactivité physique est estimée comme responsable de 600 000 morts par an. La lutte contre ce facteur de risque majeur devrait réduire les risques cardiovasculaires, de diabète,

d'hypertension, de diverses formes de cancer (sein, colon), de maladies musculo-squelettiques et de désordres psychologiques. De plus, **l'activité physique est une des clés pour contrecarrer l'épidémie de surpoids et d'obésité** qui pose un nouveau challenge global de santé publique. Une diminution de l'inactivité de 10% devrait permettre de sauver plus de 533 000 vies chaque année. L'élimination de l'inactivité physique devrait augmenter l'espérance de vie mondiale d'environ 0,68 ans. Une activité physique régulière (au moins trente minutes le plus de jours possibles par semaine) et d'intensité modérée (marche rapide) est un objectif à atteindre pour favoriser une bonne santé. Il faut noter que l'activité physique régulière et vivre activement sont le résultat d'une interaction de plusieurs facteurs. Via **une stimulation auditive externe personnalisée, ce projet est espéré contribuer significativement à l'augmentation de la santé et le bien-être** en jouant sur 1) les facteurs individuels, en encourageant une attitude positive au travers de l'activité physique par l'augmentation des performances motrices individuelles, 2) des facteurs physiques, en créant des conditions optimales d'implémentation des programmes moteurs d'exercice ou de réhabilitation et 3) l'environnement social. Ce projet encouragera des gens de tout âge à maintenir un statut de bonne santé, marcher et courir régulièrement, par les vertus de multiples effets convergents psychologiques, physiologiques et de contrôle moteurs. L'utilisation exponentielle de lecteurs MP3 lors d'activités physiques occasionnelles ou régulières témoigne déjà de l'intérêt grandissant que les gens trouvent dans le fait d'écouter de la musique en faisant du sport.

V. PISTES PROFESSIONNELLES

Maitre de Conférence – STAPS

La thèse en milieu universitaire prépare surtout au métier d'enseignant-chercheur, voie professionnelle qui m'intéresse tout particulièrement compte tenu de mon intérêt pour l'enseignement et la recherche. Les diverses collaborations que j'ai pu avoir au cours de ces trois années me permettent d'envisager mon avenir plus sereinement avec la possibilité d'effectuer un stage postdoctoral à l'étranger avec l'un de ces laboratoires afin d'améliorer ma capacité de communication en anglais. J'envisage tout particulièrement d'approfondir mes connaissances en musicologie qui sont pour le moment encore un peu limitées. Cette période sera également pour moi l'occasion d'enrichir mon curriculum vitae par l'augmentation de mon nombre de publications et ainsi augmenter mes chances d'être recruté par un laboratoire public en France. Cependant, connaissant les difficultés à poursuivre dans le secteur public et le faible nombre de postes de maître de conférence pourvus chaque année, d'autres pistes professionnelles sont envisageables.

Ingénieur de Recherche – Chargé de recherche

Mes capacités de montage et gestion de projets, de diffusion des connaissances et de dissémination des résultats scientifiques me rendent compétitifs sur des postes d'ingénieur de recherche. Mes connaissances approfondies en contrôle moteur, biomécanique et physiologie seraient un atout pour une entreprise développant des dispositifs expérimentaux dans le domaine des sciences du mouvement humain.

Vivien MARMELAT



**Montre-moi comment tu marches,
Je te dirais qui tu es !**

<i>Ecole Doctorale:</i>	Sciences du Mouvement Humain (ED 463)
<i>Organismes de rattachement :</i>	Université Montpellier 1 VU Vrije Universiteit (Amsterdam)
<i>Laboratoire :</i>	Movement to Health (EA 2991)
<i>Mentor « NCT » :</i>	Delphine Bahri
<i>Présentation orale du « NCT » :</i>	20 juin 2013
<i>Sujet académique de la thèse :</i>	Synchronisation motrice avec des environnements non-réguliers
<i>Directeurs de thèse :</i>	Didier DELIGNIERES/ Peter BEEK
<i>Co-encadrants :</i>	Kjerstin TORRE/ Andreas DAFFERTSHOFER
<i>Soutenance de thèse prévue :</i>	Décembre 2013

I. LA THESE

J'effectue ma thèse en co-tutelle internationale, entre l'Université Montpellier 1 (France) et l'Université Libre (VU Vrije Universiteit) d'Amsterdam (Pays-Bas). J'ai commencé ma thèse le 1^{er} mars 2011 et j'ai déjà passé 9 mois à Amsterdam, répartis en plusieurs séjours d'environ 3 mois.

1.1. Présentation Générale

Les performances humaines (intervalles de pas dans la marche, rythme cardiaque, temps de réaction...) sont remarquablement stables lorsqu'elles sont mesurées de façon répétée dans un environnement stable. Néanmoins on observe des **fluctuations autour de la moyenne**, qui sont généralement quantifiées par des variables « classiques » telles que l'écart-type, la variance ou la dispersion (Figure 1). Ces fluctuations ont longtemps été considérées *a priori* comme étant aléatoires : dans ce cas une valeur mesurée à un instant t est indépendante de toutes les valeurs précédentes, et il n'existe donc aucune corrélation entre les valeurs. Selon cette vision, le comportement humain chercherait à se stabiliser autour d'une moyenne et les fluctuations observées autour de cette moyenne ne seraient que des « erreurs », des imperfections.

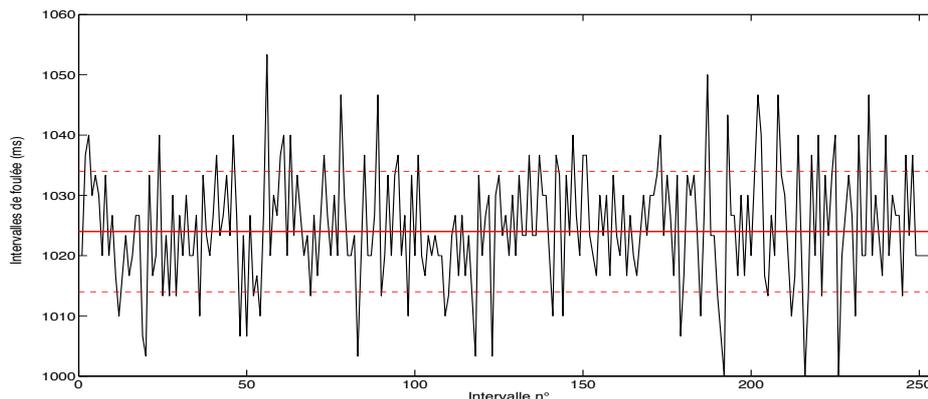


Figure 1. Série d'intervalles de foulée (en ms) d'un participant à 4,5 km/h. Le trait plein rouge représente la moyenne de la série, les deux traits pointillés rouge représentent la moyenne \pm l'écart-type.

Cependant, cette vision a été remise en cause dans les années 1990 : des auteurs ont démontré que les fluctuations, loin d'être décorrélées, présentaient des corrélations et plus spécialement des **corrélations à long-terme**. Ce phénomène implique qu'une valeur mesurée à un instant t est non seulement corrélée avec les quelques valeurs qui la précèdent (typique des corrélations à court terme), mais également avec l'ensemble des valeurs précédentes. Cette approche souligne donc l'importance de la dynamique du système, son évolution au cours du temps, en démontrant qu'il existe des « **structures** » de **fluctuations spécifiques**.

Ces corrélations à long-terme sont observées chez des participants en bonne santé ; en revanche on observe une altération chez les personnes âgées ou souffrant de certaines pathologies : par exemple les intervalles de pas dans la marche de patients atteints de la

maladie de Parkinson deviennent décorrélées, proches de fluctuations aléatoires. C'est pourquoi les corrélations à long-terme sont considérées comme un **marqueur de santé et d'adaptabilité** du système. De plus l'analyse des corrélations à long-terme permet parfois de différencier les populations saines et pathologiques, là où des variables « classiques » telles que la moyenne ou l'écart-type sont similaires.

Certains travaux récents suggèrent que le fait de se synchroniser avec un environnement présentant des corrélations à long-terme permettrait au participant « d'imiter » celles-ci. Si cela se vérifie, on pourrait alors « restructurer » les fluctuations des personnes âgées pour leur permettre de retrouver une meilleure adaptabilité.

L'objectif principal de cette thèse est donc de déterminer les propriétés de l'environnement permettant un appariement optimal des corrélations à long-terme.

En particulier, il est nécessaire d'établir quels types d'environnements sont les plus « bénéfiques » : mes études portent sur la synchronisation avec des métronomes auditifs non-réguliers (les métronomes périodiques étant couramment utilisés dans les études sur la synchronisation), et la coordination avec un autre participant (coordination inter-personnelle). L'objectif est également d'étudier les effets de la synchronisation motrice avec des environnements non-réguliers en fonction de l'âge (participants jeunes ou âgés).

1.2. Contexte de la thèse

Cette thèse est réalisée au sein du laboratoire Movement to Health¹ (EA 2991) de l'Université Montpellier 1, et au sein du laboratoire MOVE de l'Université libre d'Amsterdam. Le projet de thèse a été monté par mon directeur de thèse Didier Delignières et moi-même à la fin de mon Master. Par manque de financements nous avons proposé une **co-tutelle internationale** auprès de différents laboratoires partenaires. Le projet a été accepté comme tel par le Pr. Peter Beek, de l'Université Libre d'Amsterdam.

L'équipe de Montpellier, composée du Pr. Didier Delignières (directeur de thèse) et du Dr. Kjerstin Torre (encadrante de thèse), est devenue depuis 2004 spécialiste de l'analyse des corrélations à long terme. Il faut souligner que malgré des financements parfois difficiles à obtenir (souvent en raison du caractère *a priori* très « fondamental » de ces travaux), les résultats en terme de publications indexées sont parmi **les meilleurs du laboratoire**, tant par leur quantité que par la qualité des revues dans lesquelles les résultats sont publiés. L'équipe d'Amsterdam, composée du Pr. Peter Beek (co-directeur de thèse) et du Pr. Andreas Daffertshofer (encadrant de thèse), est **reconnue mondialement** comme spécialiste de la dynamique des coordinations, depuis près de 25 ans.

Il a été conclu dans la convention de co-tutelle que j'effectuerais plusieurs séjours d'environ 3 mois à Amsterdam pendant les 3 ans de la thèse. Le laboratoire d'Amsterdam disposait d'équipements que le laboratoire de Montpellier ne possédait pas, c'est donc là-bas que la plupart de mes expérimentations ont été réalisées. J'ai été le **principal décideur** de

¹ <http://euromov.eu/m2h/fr/>

ces périodes à l'étranger : d'une part car j'ai eu droit à une certaine autonomie durant cette thèse, et d'autre part car ces périodes à l'étranger devaient également se concilier avec les autres responsabilités dont j'ai eu la charge, notamment des enseignements de TD en Licence et l'organisation de conférences scientifiques.

Ce qui distingue cette thèse est la nécessité de **répondre aux exigences des deux institutions**, française et néerlandaise. L'organisation des séjours doit être planifiée en fonction des enseignements que j'effectuais en France, mais également des conférences, de l'organisation de certains événements, de la disponibilité du matériel à Amsterdam... De plus les modalités pour être autorisé à défendre sa thèse sont différentes dans les deux pays : aux Pays-Bas les doctorants disposent de 4 ans pour publier au moins 4 papiers dans des revues scientifiques internationales, de mon côté l'objectif est le même en seulement 3 ans. Enfin, puisque les Prs. Delignières et Beek sont respectivement doyens de l'UFR STAPS de Montpellier et du département « Sciences du Mouvement Humain » d'Amsterdam, leur disponibilité est limitée. C'est pourquoi je collabore également avec le Pr. Daffertshofer et le Dr. Torre afin **d'optimiser le temps de travail**. Cela présente à la fois des contraintes (comme le fait que chaque collaborateur donne son avis avant soumission d'un papier pour publication), mais c'est également extrêmement positif d'avoir différents points de vues qui permettent d'avoir une vision complémentaire et cohérente du travail et d'éviter de traiter le sujet de thèse à travers des « œillères ».

1.3. Ma place dans ce contexte

1.3.1. Pourquoi la Recherche ?

Après avoir obtenu mon Baccalauréat Scientifique je me suis dirigé vers la Licence STAPS à Avignon, au grand dam de certains de mes enseignants de Lycée au vu de mes capacités scolaires. Mais étant passionné d'aviron, j'envisageais que mon futur métier graviterait autour de ce sport, donc la filière STAPS semblait toute indiquée ! C'est au début de la 3^e année de Licence que j'ai réfléchi à mes perspectives, j'envisageai de faire un Master mais lequel... Le choix de me diriger vers le Master Recherche est essentiellement dû à deux choses : tout d'abord **j'aime les études**, ayant toujours été un « bon élève » la perspective de 5 ans d'études après la Licence ne m'effrayait pas ; l'inspiration est également venue de mon professeur de sociologie, qui m'a donné envie de découvrir **l'enseignement universitaire**. J'ai donc commencé mon Master recherche à Montpellier, car d'une part l'Université d'Avignon ne proposait pas de Master, et de plus l'offre de formation à Montpellier était très riche et variée.

1.3.2. Pourquoi ce thème ?

A l'entrée en Master 1 les étudiants doivent choisir un directeur de stage avec lequel ils effectueront leur projet de recherche. Bien souvent on choisit un sujet qui nous intéresse, quelque chose avec lequel on se sent en lien, un sujet de recherche qui nous plait... Ce ne fut pas mon cas. A mon arrivée je n'avais encore jamais entendu parler du sujet de recherche, et celui-ci ne m'apparut pas passionnant de prime abord. Je n'avais jamais entendu parler du sujet de recherche lorsque je suis arrivé, et cela ne m'apparaissait pas

comme « passionnant ». Je n'ai pas choisi un thème de recherche : **j'ai choisi mon directeur**, parce qu'il me semblait fiable, sérieux, passionné et pédagogue. Cela fait maintenant 5 ans que nous collaborons, et pas un instant je ne regrette mon choix. Cette collaboration a transformé l'opinion que j'avais de ce thème, qui me passionne également à présent !

1.3.3. Une aventure humaine

Après le Master nous avons voulu porter le projet de thèse auprès de **collaborateurs internationaux** qui pourraient assurer une partie du financement. J'ai reçu le soutien de mon directeur de thèse, ainsi que du directeur du laboratoire Movement to Health, le Pr. Benoit Bardy. Ils ont fait en sorte que ce projet puisse aboutir, ils m'ont soutenu et fait confiance pour mener à bien ce projet. Les Prs Beek et Daffertshofer ont également été d'un grand soutien dès le début de l'aventure, puisqu'ils ont accepté le projet que je leur proposai avec enthousiasme.

Il est intéressant de souligner que les principales étapes qui m'ont mené jusqu'en 3^e année ont été marquées par **l'importance des relations humaines** : un professeur de Licence qui m'a donné envie de découvrir ce milieu, un directeur de Master avec qui j'ai eu envie de collaborer et qui m'a fait confiance en retour, un directeur de laboratoire qui a fait en sorte que je puisse commencer mon doctorat... Et des collaborateurs au quotidien qui me font **confiance dans la gestion du projet**, qui m'aident à m'orienter et me soutiennent si nécessaire.

II. DEROULEMENT, GESTION, COUT DU PROJET

2.1. Préparation et cadrage du projet

2.1.1. Définition des objectifs du projet

Comme évoqué précédemment, le Pr. Delignières et moi-même avons proposé un projet de thèse à l'équipe du Pr. Beek (Amsterdam). Ce projet consistait en 4 expérimentations réparties sur 3 ans (2 ans et demi en réalité, les 6 derniers mois étant consacrés à la rédaction du manuscrit de thèse et à la préparation de la défense devant le jury). Il était convenu que j'effectuerais **4 séjours de 3 mois à Amsterdam**, afin de réaliser des expérimentations, d'analyser les résultats, de rédiger des publications scientifiques et de me former à certains outils (systèmes d'enregistrement de données, analyses non-linéaires des données).

2.1.2. Facteurs de risques et de succès

Je vais ici décrire succinctement les principaux facteurs de réussite ainsi que les contraintes majeures auxquels j'ai été confronté durant ma thèse.

Facteurs de risques :

- **Pas de financements « fixes »** : j'ai été financé en partie sur le projet européen SKILLS puis sur un poste d'ATER. La nature de ces contrats impliquait donc que je participe à des missions qui ne visaient pas directement à l'avancée scientifique de ma thèse, telle que participer à l'organisation d'une conférence internationale ou bien avoir des missions d'enseignement en Licence. Néanmoins cela m'aura permis d'apprendre à **gérer plusieurs missions en parallèle sans me disperser**.
- Aucune garantie d'obtenir les résultats attendus : nos hypothèses de travail et nos expérimentations étaient relativement nouvelles et exploratoires. Les résultats ont souvent apportés plus de nouvelles questions que de réponses établies. Il a donc été nécessaire **d'adapter le plan de thèse initial** afin de trouver les bonnes réponses aux bonnes questions qui se présentaient. J'avais donc plusieurs expérimentations potentiellement réalisables à un instant t , afin de ne jamais me retrouver dépassé par les événements.

Facteurs de succès :

- **Connaissance du sujet** : en effet mon projet de thèse se situait dans la continuité de mon Master, il n'a donc pas été nécessaire de passer trop de temps à lire des articles scientifiques traitant de mon sujet de thèse, il s'agissait plutôt d'une veille scientifique permanente.
- **Collaborateurs reconnus** comme étant parmi les meilleurs spécialistes mondiaux de leur domaine : cela constituait dès le départ du projet un climat de confiance, et les discussions que nous avons entretenues ont permis de réorienter le projet vers d'autres objectifs quand cela s'est avéré nécessaire au vu des résultats.
- **Ressources matérielles et humaines** : importantes sur le lieu des expérimentations à Amsterdam, réactivité en cas de « pannes » mécaniques, ce qui a contribué à la réalisation des objectifs dans les délais fixés.
- **Interactions avec différents interlocuteurs** : avec l'équipe de projet, l'équipe du laboratoire de Montpellier ou du laboratoire d'Amsterdam, en congrès... Certaines discussions ont permis d'élaborer des hypothèses de travail et de réaliser des expérimentations qui n'étaient pas initialement prévues dans le projet.
- Par ailleurs j'ai obtenu en 2012 une **bourse de mobilité internationale** d'un montant de 1000 euros de la part du Réseau Franco-Néerlandais², faisant partie des 14 dossiers retenus parmi 103 candidats³.

² http://www.frnl.eu/fr/actualits/?cid=13&news_id=8

³ <http://frnl.nl/documents/Eole/Eole%20rsultats%202011.pdf>

2.2. Conduite du projet

Les principales étapes de ma thèse ont été marquées par mes séjours à Amsterdam (voir planning, Figure 2), au cours desquels mes expérimentations ont été effectuées. Nous n'avons pas organisé de réunions à dates fixes avec mes collaborateurs, mais nous nous réunissions régulièrement (physiquement ou via Skype) lors de **périodes stratégiques** : ainsi il pouvait s'écouler près d'un mois sans que nous n'échangions autrement que par email (périodes de rédaction de publications par exemple), ou au contraire nous pouvions nous voir 2 fois par semaine lors de la préparation des expérimentations, ou de l'analyse des résultats. Cette organisation m'a permis de développer une **grande autonomie dans la gestion du projet**.

Le laboratoire M2H a également mis en place une réunion annuelle de « bilan des thèses », au cours de laquelle nous discutons des avancées du projet par rapport au projet initial, des difficultés éventuelles rencontrées et des perspectives. Cela m'a permis de prendre conscience qu'il me fallait d'avantage faire preuve d'un **esprit entreprenant** concernant des projets qui ne sont pas directement en lien avec mon sujet de thèse : par exemple cette année j'ai postulé pour l'appel à d'offres « projet de recherche innovant », proposé en interne par le laboratoire M2H.

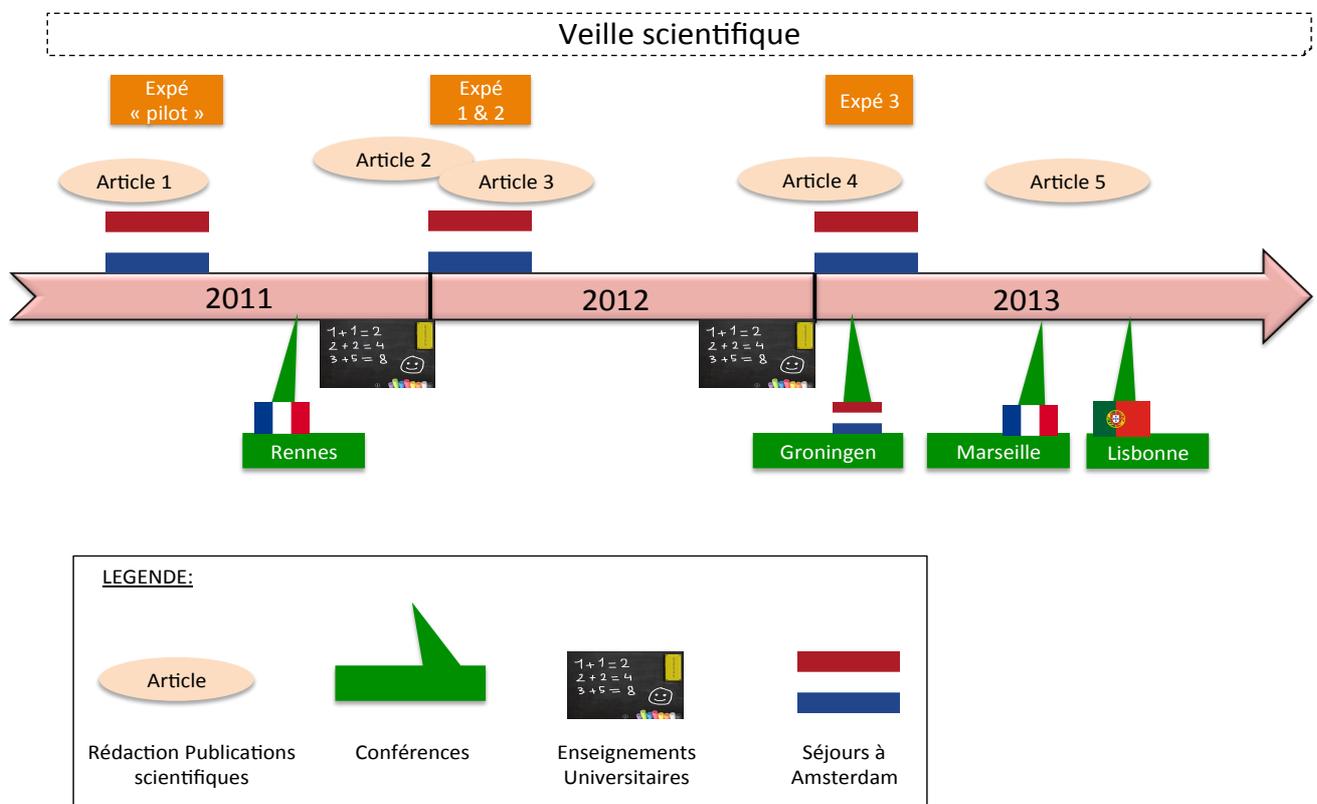


Figure 2. Rétroplanning succinct des 3 années de thèse.

2.3. Estimation et prise en charge du coût du projet

Le coût total de ma thèse est estimé à 176 721 euros (Tableau 1).

Tableau 1. Estimation des dépenses pendant les 36 mois de thèse

Nature de la dépense	Coût mensuel estimé (en € TTC)	Coûts totaux (euros TTC)		
		Nombre d'unités	Quote-part utilisation	Total estimé (€ TTC)
1 Ressources Humaines				
1.1 Doctorant	<i>Brut mensuel:</i> 1440	36	1	51840
1.2 Directeur de thèse	<i>Brut mensuel:</i> 5300	36	0,2	51516
1.3 Prime Encadrement				440
1.4 Encadrant de thèse 1	<i>Brut mensuel:</i> 5600	36	0,1	27216
1.5 Co-directeur de thèse	<i>Brut mensuel:</i> 6300	36	0,05	15309
1.6 Encadrant de thèse 2	<i>Brut mensuel:</i> 2300	36	0,1	11178
1.7 Ingénieurs	<i>Brut mensuel:</i> 2580	12	0,02	835,92
1.8 Secrétariat	<i>Brut mensuel:</i> 1250	36	0,02	1215
Sous-total Ressources Humaines				159549,92
2 Consommables				
2.1 Fournitures expérimentales				120
2.2 Fournitures de bureau				150
Sous-total Consommables				270
3 Infrastructures				
3.1 Electricité, eau, chauffage, ...				2740
3.2 Loyers des locaux				3630
Sous-total Infrastructures				6370
4 Matériel (amortissements)				
4.1 Matériel d'expérimentation				
4.2 Ordinateur de bureau				1650
4.3 Logiciels de bureau				1900
4.4 Autre: moniteur de bureau				170
Sous-total Matériel				3720
5 Déplacements	<i>Transport</i>	<i>Hébergement</i>		
5.2 Missions à l'étranger (Amsterdam)	1080			1080
5.3 Congrès en France	321	450		771
5.4 Congrès à l'étranger	480	700		1180
Sous-total Déplacements				3031
6 Formation				
6.1 Formations Doctorales/ Summer School				1670
6.2 Inscriptions Université				1155
Sous-total Formation				2825
7 Documentation et communication				
7.1 Affranchissements, Téléphone				45
7.2 Communication, impressions				910
Sous-total Documentation et communication				955
8 TOTAL		36 mois		176 720,92 €

Le matériel expérimental que j'utilisais étant déjà amorti, il n'était pas pertinent de l'y faire figurer. On peut aisément constater que les ressources humaines se présentent comme la dépense indispensable à la réalisation de ma thèse (+ 90% du total). Les participants aux expérimentations étaient volontaires, donc non rémunérés, j'utilisais du matériel déjà amorti, et les techniques d'analyses coûtent seulement l'achat des logiciels (type Microsoft Office, Statistica et Matlab)... Le reste des dépenses se répartit entre les déplacements (congrès ou

bien séjours à Amsterdam), les formations (dont notamment la Valorisation des Compétences, NCT), et des frais d'infrastructures.

En résumé, si l'on se réfère à la quantité de résultats valorisés à-travers les publications scientifiques, les congrès et les séminaires, par rapport aux dépenses estimées ci-dessus, on peut constater que mon travail de thèse a été un très bon investissement (même si les résultats ne trouveront d'applications directes que dans un certain temps).

Les dépenses mentionnées ci-dessus ont été réparties entre différents acteurs, principalement l'Université Montpellier 1 et la VU University d'Asmterdam (Figure 3). Ces deux universités étant les sources de financement des ressources humaines, il n'est pas étonnant de les voir apparaître comme les principales sources du financement de la thèse.

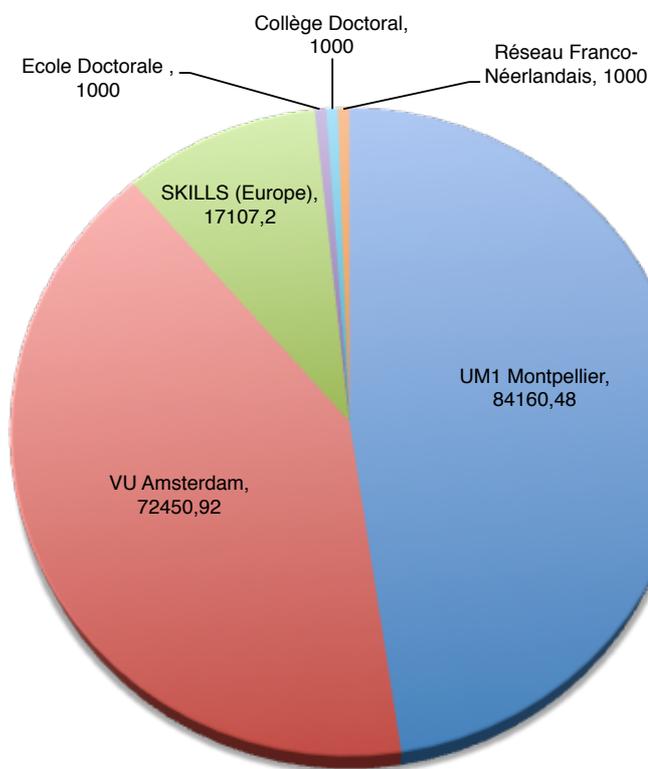


Figure 3. Estimation de la répartition des financements pendant les 36 mois de thèse

III. COMPETENCES

Parmi les compétences que j'ai développées au cours de ces 3 années de doctorat, je propose une catégorisation en 3 secteurs pour une meilleure lisibilité (Figure 4).

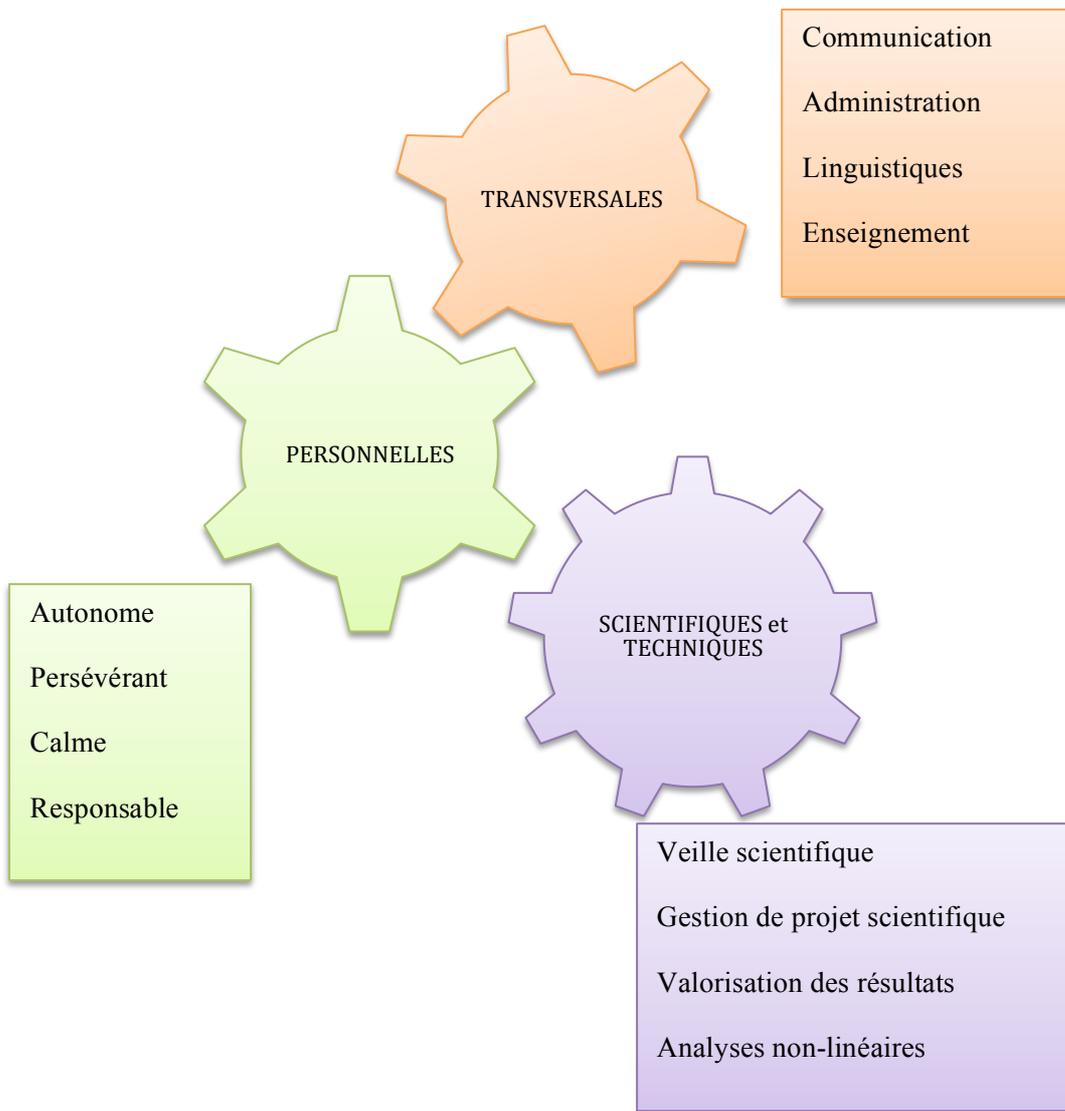


Figure 4. *Compétences développées durant la thèse (liste non-exhaustive)*

3.1. Compétences Scientifiques et Techniques

Au cours de cette thèse j'ai bien évidemment développé des compétences scientifiques et techniques. La veille scientifique est particulièrement importante, puisque cela m'a par exemple permis d'utiliser sur la fin de thèse une méthode d'analyse des données mise au point très récemment (2008), mais également **d'améliorer l'utilisation de cette technique** (article en cours de soumission).

J'ai également appris à mener de manière efficace un projet, la thèse étant un projet scientifique en elle-même : il aura fallu planifier les expérimentations, les concevoir et les piloter, analyser les résultats et les valoriser au travers de communications orales, affichées et de publications... J'ai donc également appris à valoriser les résultats obtenus : actuellement j'ai **5 publications scientifiques à mon actif**, et environ autant qui sont au stade final avant soumission.

J'ai également participé à des séminaires et des congrès de niveau national et international, qui m'ont permis de **développer un réseau professionnel** autour de mon champ d'expertise. Je veille au maintien de ce réseau notamment grâce à l'utilisation de réseaux sociaux professionnels tels que LinkedIn, Viadeo, ou encore ResearchGate, ce-dernier visant spécifiquement la communauté scientifique. Mon domaine d'expertise correspond aux analyses non-linéaires et environ la moitié de mes publications porte sur des points méthodologiques (et pas uniquement sur des résultats issus d'expérimentations).

3.2. Compétences Transversales

Cette thèse m'a également permis de développer des compétences transversales : en particulier au-niveau de la communication, j'ai appris à rédiger des articles scientifiques, des rapports ou des actes de candidatures **en allant à l'essentiel**. De même, j'ai développé une aisance orale qui me permet de faire passer les messages de façon beaucoup plus efficace qu'auparavant, en utilisant les supports de présentation de manière originale, pertinente et attractive.

J'ai également développé des compétences en gestion administrative, grâce notamment à ma participation dans l'organisation de la conférence internationale SKILLS et d'une journée scientifique de l'Ecole Doctorale Sciences du Mouvement Humain (ED SMH). J'ai de même été trésorier de l'AssoDocSMH, regroupant les doctorants et anciens doctorants de l'ED SMH, avec pour **mission de gérer le budget de l'association** en vue de l'organisation de la journée scientifique de l'ED SMH. Dans un cadre extra-universitaire je suis actuellement secrétaire général de la Ligue Languedoc-Roussillon d'Aviron.

Cette thèse m'a également permis d'améliorer mon niveau d'anglais, en particulier ma capacité à communiquer verbalement : à Amsterdam tout le monde parle anglais couramment mais avec différents accents, j'ai donc pu développer une **compréhension de la langue qui n'était pas « stéréotypée »** ; cela m'a également permis d'apprendre à m'exprimer avec beaucoup plus d'aisance dans la langue de Shakespeare.

J'ai également rempli des missions d'enseignement, que ce soit en tant que vacataire ou en tant qu'ATER : ces quelques 180 heures dispensées en 2 semestres m'ont permis d'apprendre évidemment à **gérer mon temps entre enseignement et recherche**, mais également à devenir « andragogue », l'équivalent d'un pédagogue pour adultes. J'ai toujours eu pour objectif que les étudiants prennent conscience qu'ils sont des « apprenants actifs » et non des « vases vides » que l'enseignant va remplir. L'évaluation des connaissances et des compétences faisaient bien sûr partie de mes missions, et j'ai fait en sorte de donner aux étudiants un maximum de retours sur leurs performances afin qu'ils s'améliorent au cours du semestre.

3.3. Compétences Personnelles

J'ai également pris conscience des qualités personnelles qui me caractérisaient et qui ont contribué à la bonne réalisation de cette thèse. Je pense avoir prouvé que j'étais **autonome** à de multiples reprises : par exemple, avant même de commencer ce projet je suis allé à Amsterdam (décembre 2010) **proposer ce projet seul** devant nos collaborateurs potentiels. De même, l'organisation des séjours aux Pays-Bas a été planifiée puis proposée à mes collaborateurs par moi-même, sans aucune « contrainte » externe.

Je suis également quelqu'un de **persévérant** : j'irais toujours au bout de la tâche qui m'a été confiée, quelles que soient les difficultés rencontrées. Cela m'a permis de toujours **finir les expérimentations dans les délais impartis**. Mais ma persévérance est également associée à un caractère très **calme** : je prends le temps de la réflexion, je ne m'énerve qu'en de très (trop ?) rares occasions. Ce trait de caractère peut parfois laisser penser que je suis « distant » par rapport à une situation donnée, ou trop passif, mais je pense que c'est une force qui me permet d'aborder des situations « stressantes » avec sérénité, ce qui est sûrement lié à mon expérience de compétiteur.

Mon passé d'éducateur sportif, ma participation au comité directeur de mon club d'aviron, mon poste de secrétaire général de la Ligue Languedoc-Roussillon d'Aviron... sont autant d'expériences bénévoles qui mettent en exergue mon **sens des responsabilités**. J'éprouve également beaucoup de satisfaction au niveau professionnel lorsque ma responsabilité est engagée, comme cela peut être le cas lors de la gestion d'expérimentations ou lors de la présentation de résultats en conférences scientifiques.

3.4. Test RIASEC

J'ai pu effectuer ce test, également connu comme la typologie de Holland, qui permet de répartir différents « types de personnalité » : (R) réaliste, (I) investigateur, (A) artistique, (S) social, (E) entreprenant et (C) conventionnel. Les résultats me concernant sont présentés en Figure 5.

On peut observer que chez moi les profils **Social & Investigateur sont très équilibrés** (représentant respectivement 27 % et 26 % du total des réponses). Le profil Investigateur fait référence à mes compétences « scientifiques » de compréhension des phénomènes, de mes

analyses poussées jusqu'à obtention de la réponse, de ma rigueur méthodologique et de ma curiosité intellectuelle entre autre. Les références sur le test RIASEC considèrent qu'un profil Investigateur préfère travailler seul, mais ce n'est pas mon cas comme le suggère l'importance du profil Social. Cet aspect renvoi à mes capacités à communiquer facilement des idées, de travailler en collaboration plutôt qu'isolément, ainsi que mon sens de la pédagogie. Le profil **Conventionnel** est moins marqué (20 %) mais correspond également à mes capacités d'organisation ainsi que de gestion de projet.

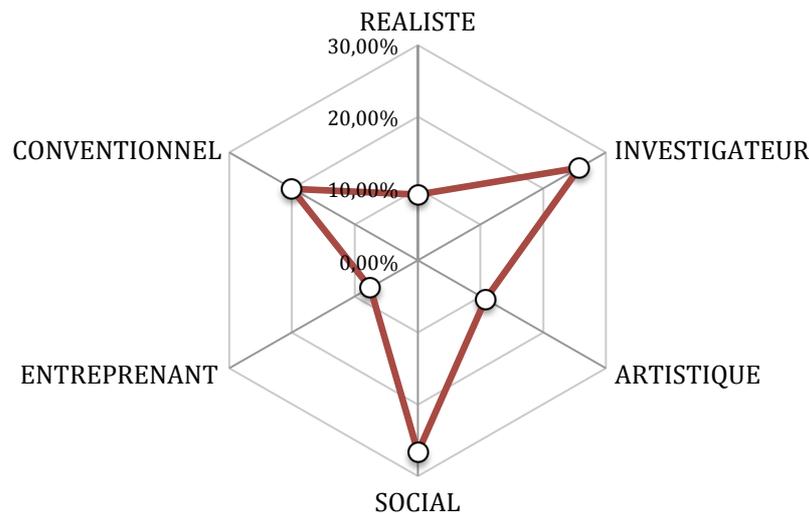


Figure 5. Résultats personnels au test RIASEC

IV. RESULTATS et IMPACTS

4.1. Résultats

Mes travaux de thèse ont permis de montrer que différents processus sont mis en place selon que la marche soit guidée par un métronome périodique ou non-périodique. En particulier, les métronomes non-périodiques présentant une structure (des corrélations à long-terme) semblent induire chez les jeunes participants en bonne santé une amélioration de la dynamique des pas. Ces résultats restent à valider chez les participants âgés afin de vérifier si la structure des pas qui a été « perdue » peut être « retrouvée » grâce à de simples tâches de coordination, que ce soit avec un métronome ou avec une personne jeune.

La valorisation scientifique de mes travaux s'est faite au travers de **5 publications** dans des revues scientifiques internationales, dont 3 en premier auteur. Je prépare actuellement également **3 papiers supplémentaires**, et je participe à la soumission de 3 autres publications. J'ai également participé à des **communications affichées** en congrès national (Montpellier, 2012 ; Marseille, 2013) et international (Montpellier, 2011). Enfin j'ai pu **communiquer oralement** lors de conférences nationales (Rennes, 2011 ; Grenoble, 2013) et internationale (Groningen, 2013 ; Lisbonne, 2013).

4.2. Impacts

Pour le laboratoire : étant évalué tous les 5 ans par l'AERES, le laboratoire est soumis à la loi du *publish or perish* (publier ou périr). Le nombre et la qualité de mes publications en revues internationales répondent partiellement à cet objectif, surtout lorsque l'on considère le ratio entre les résultats produits et l'investissement financier.

Pour les partenaires : cela a permis une collaboration étroite entre les laboratoires de Montpellier et d'Amsterdam, qui pourrait faciliter de futures collaborations.

Pour la recherche : mes travaux forment une première piste en faveur de l'utilisation d'environnements non-réguliers en vue d'une « restructuration » des fluctuations dans la marche.

Pour moi-même : ces 3 années de préparation d'un doctorat ont été une expérience professionnelle enrichissante : j'ai amélioré ma gestion du temps et des ressources humaines et matérielles qui étaient à ma disposition ; je suis également devenu plus autonome, ce qui m'a permis de prendre confiance, de croire en mes capacités, de **réfléchir à des questions de recherche qui me paraissaient pertinentes** et qui n'étaient pas « guidées » par des contraintes budgétaires (comme cela peut l'être dans un projet Européen par exemple).

V. POURSUITE DE CARRIERE

Un contrat post-doctoral immédiatement à la fin de ma thèse serait un tremplin intéressant vers l'une des 3 professions que j'envisage. Un CV orienté vers un poste de chargé de recherche est présenté à la fin de ce document en p.16.

- **Maitre de conférence**

Le métier d'enseignant-chercheur est la perspective professionnelle que j'envisageais lorsque j'ai commencé le Master Recherche. Ce métier requiert des compétences dont je pense disposer : pédagogie, rigueur méthodologique, **organisation du temps de travail** entre enseignement, recherche et administration. Mes expériences en tant qu'enseignant m'ont encouragé à poursuivre dans cette voie, puisque j'ai pris conscience que je prenais réellement du **plaisir à enseigner**, à transmettre des connaissances et des compétences. Le point à améliorer qui me semble primordial est ma capacité d'entreprendre des projets globaux type « projets européens ». Néanmoins certaines formations dispensées par le Collège Doctoral m'ont permis d'en apprendre un peu plus à ce sujet. De plus, je fais confiance à mon sens de l'adaptabilité et à ma persévérance pour palier à cela.

Les postes d'enseignant-chercheur sont rares et il faut faire preuve de mobilité en cas de recrutement dans une université lointaine. Néanmoins les conditions de travail offrent

beaucoup **d'autonomie**, et je pense avoir fait preuve d'assez d'autonomie durant ma thèse pour répondre à ce besoin. De plus, la sécurité de l'emploi permet un équilibre entre vie personnelle/vie professionnelle : je pense avoir besoin de cet équilibre, pour m'investir totalement dans mes missions professionnelles, et pour pouvoir m'investir dans le milieu associatif, faire du sport et passer du temps avec mes proches.

- **Chargé de recherche**

Les compétences techniques et scientifiques que j'ai acquises au cours de cette thèse peuvent également me servir à postuler sur un poste de Chargé de Recherche en organisme public. En particulier au **CNRS**⁴, **au centre de neurosciences cognitives** de Lyon, ou à **l'INRIA**⁵, notamment dans le domaine de recherche « **Perception, Cognition, Interaction** ». Mes capacités à gérer un projet scientifique, à produire des résultats et à les valoriser dans des journaux ou en congrès sont des atouts majeurs et indispensables pour le poste de chargé de recherche. Ce métier offre des perspectives d'évolution de carrière ainsi qu'un salaire confortable. En revanche les missions du chargé de recherche n'impliquent pas directement d'enseignements, même si l'on peut effectuer des vacations, ou prendre en charge la responsabilité d'un ou plusieurs étudiants dans le cadre de stages.

Ma capacité à **gérer un projet de recherche de façon autonome**, tout en s'appuyant sur des collaborations, est une compétence indispensable pour ce poste. Au-delà des compétences purement techniques et scientifiques, mes capacités de communication (rédactionnelles et prises de paroles) permettront de valoriser les résultats scientifiques de l'équipe de recherche à laquelle je serai associé.

- **Conseil/ Formation/ Accompagnement**

Mes compétences pédagogiques et le plaisir que j'éprouve à transmettre des connaissances et des compétences m'ont poussé à m'intéresser aux missions de type « **conseil et formation** ». En particulier j'ai remarqué que certaines entreprises implantées dans le Languedoc-Roussillon proposaient ce type de services. La société **Ozil Conseil** propose ainsi à ses clients des prestations pour lesquelles je pense disposer de compétences, telles que « Rédactionnel & Content marketing » ou encore « Prise de parole en public ». La société **Adoc Talent Management**, cabinet spécialisé dans le conseil en recrutement de docteurs, m'interpelle également puisqu'elle propose par exemple des formations de type « séminaires » : mon aisance à communiquer et mon sens pédagogique trouveraient parfaitement leur place dans ce type de missions.

Bien évidemment, il me faudrait développer certaines compétences, comme par exemple la gestion d'une réunion, voir en acquérir de nouvelles, mais ma persévérance et ma volonté d'apprendre (et de faire apprendre) sont de précieux atouts pour progresser dans cette voie professionnelle.

⁴ <http://www.cnc.isc.cnrs.fr/index.php>

⁵ <http://www.inria.fr/recherches/domaines-de-recherche/cinq-domaines-de-recherche/perception-cognition-interaction>



23 Avenue Saint-Lazare
34000 Montpellier, France
06 48 66 22 90
vivien.marmelat@gmail.com

Né le 10 Janvier 1987 (26 ans)
Célibataire - Français - Permis A, B
Page web : <http://vivienmarmelat.wix.com/index>
Disponibilité : Janvier 2014

Parcours Professionnel

2011-2013	Chargé de recherche Planification, organisation et pilotage d'expérimentations entre la France et les Pays-Bas Analyses, interprétation et valorisation des résultats Perfectionnement de méthodes d'analyse non-linéaire	Laboratoire <i>Movement to Health</i> - Université Montpellier 1
2011-2013	Chargé d'enseignement Conception de contenus d'enseignement Gestion de groupes d'étudiants Evaluation des connaissances et des compétences	UFR STAPS, Université Montpellier 1
2010	Stage laboratoire <i>Movement to Health</i> Elaboration et gestion de projet scientifique & Analyse de données	Master 2 Recherche - Université Montpellier 1
2005 - 2009	Moniteur d'aviron Animation de groupes scolaires, centres aérés ; Entraînements de sportifs au niveau national	Clubs et Ligue Régionale

Compétences

<i>Gestion de projet</i>	Veille scientifique et technologique Réseau international de collaborateurs	Anticipation : respect des délais Autonomie dans la gestion de projet
<i>Communication</i>	Valorisation scientifique : 5 publications scientifiques internationales, 1 chapitre de livre Présentations orales & affichées en congrès nationaux et internationaux Invité à communiquer en conférence internationale (Université de Groningen, Pays-Bas)	
<i>Expertise scientifique</i>	Analyses non-linéaires de séries temporelles Expert dans revue scientifique internationale (<i>Human Movement Sciences</i>)	
<i>Management/Encadrement</i>	Encadrement de groupes centres aérés, scolaires, particuliers et sportifs aguerris Responsable de groupes d'étudiants - Pédagogie	
<i>Gestion administrative</i>	Co-organisation de conférences Secrétaire Général de la Ligue Languedoc-Roussillon d'Aviron Trésorier de l'Association DocSMH Membre du Comité Directeur du club de l'Aviron Beaucaire	2011 & 2012 depuis 2012 2012 depuis 2007
<i>Outils informatiques</i>	Bureautique : Microsoft Office, Open Office ; Windows, MacOS 4.0 Programmation : Matlab, Scilab - Statistiques : Statistica, StatPlus Traitement d'images : Adobe Illustrator, Photoshop	
<i>Langues étrangères</i>	Anglais (courant): 9 mois à Amsterdam (Pays-Bas) durant mon doctorat Espagnol (scolaire)	

Formation et Diplômes

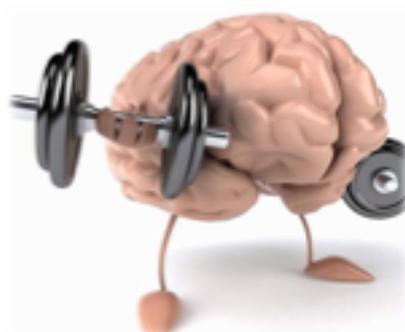
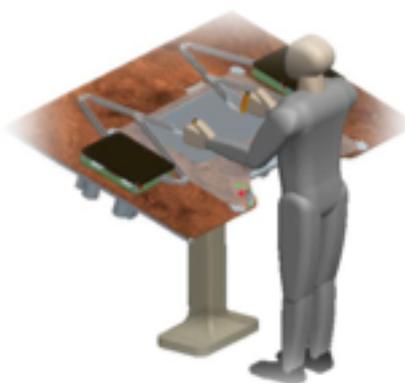
depuis 2011	Doctorat en Sciences du Mouvement Humain <i>Synchronisation motrice avec des environnements non-réguliers</i>	Université Montpellier 1/ VU University, Amsterdam
2010	Master en Sciences du Mouvement Humain	Université Montpellier 1
2008	Licence STAPS	Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse
2005	Baccalauréat Scientifique	Lycée A. Daudet, Tarascon

Renseignements Complémentaires

Lecture : Science-Fiction/ Fantasy : I. Asimov, P.K. Dick, J.R.R. Tolkien Sciences : A. Einstein, E. Schrödinger, T. Kuhn
Sport : Licencié à l'Aviron Beaucaire depuis 2000 ; **Compétiteur, entraîneur** (Brevet d'Etat), **dirigeant**
Course à pied (semi-marathon)

JULIEN METROT

RECUPERATION MOTRICE APRES ACCIDENT VASCULAIRE CEREBRAL



Mentor : Nathalie CAMUS

Ecole doctorale : Sciences du Mouvement Humain 463

Laboratoire de recherche : Movement to Health (EA2991)

Université de rattachement : Université Montpellier-1

Sujet académique : Prédicteurs sensorimoteurs de la récupération du membre supérieur hémiparétique

Directeurs de thèse : Denis MOTTET (PR) & Isabelle LAFFONT (PU-PH)

Date de soutenance de thèse : Octobre 2013



Présenté le 20 juin 2013



PRESENTATION GENERALE DU PROJET

- CONTEXTE EPIDEMIOLOGIQUE ET ENJEUX DE SANTE

L'accident vasculaire cérébral (AVC) est un déficit neurologique soudain d'origine vasculaire causé par la lésion anatomique d'un ou plusieurs vaisseaux cérébraux. Il s'agit de la première cause de handicap non traumatique acquis chez l'adulte, et de la troisième cause de décès. Il existe environ 150 000 nouveaux cas par an en France. Malgré l'effort de prévention sanitaire, on estime que ce nombre va doubler d'ici 2020, de part le vieillissement de la population notamment.

La conséquence de l'AVC la plus fréquente est l'hémiplégie, qui représente la paralysie d'un hémicorps pouvant atteindre la face, le membre supérieur et le membre inférieur de façon inégale. Si le déficit moteur est le plus habituel, d'autres troubles sont souvent observés comme les troubles de la sensibilité et les atteintes des fonctions cognitives (langage, compréhension, mémoire, perception du temps et de l'espace...).

Environ 60% des patients ne récupèrent pas l'usage du membre supérieur même après plusieurs mois de rééducation, d'où la nécessité dans un premier temps d'investiguer à plusieurs niveaux d'analyse la récupération motrice naturelle du membre supérieur hémiplégique. Ceci permettra d'adapter davantage les techniques de rééducation aux besoins du patient, de mieux l'accompagner dans ses projets de rééducation et réinsertion, mais également de réduire les coûts de santé publique.

- CONTEXTE SCIENTIFIQUE

L'AVC peut survenir consécutivement à l'occlusion d'une artère cérébrale ou suite à la rupture de cette artère cérébrale. Chaque lésion cérébrale entraîne des déficiences variées, et les déficits qui en découlent sont donc propres à chaque individu et doivent susciter une prise en charge thérapeutique spécifique. Cependant, la nature des lésions étant très hétérogène, existe-t-il une thérapie plus adaptée pour chacune d'elles ? Pour l'instant, la recherche scientifique n'est qu'aux prémices de cette individualisation thérapeutique.

La récupération motrice post AVC n'est pas un phénomène linéaire : on dissocie généralement la phase précoce de la phase tardive (après 6 mois). Le cerveau va se réorganiser fonctionnellement autour de la lésion dès les premières heures consécutives à l'AVC. Cette « plasticité cérébrale » est optimale pendant les premiers mois et est fortement liée à la quantité et l'intensité de rééducation suivie. C'est pourquoi la précocité du réapprentissage est primordiale dans la prise en charge du patient.

Le pronostic de récupération est très difficile à établir. Le meilleur indicateur reste l'état de la motricité volontaire du membre supérieur un mois après l'AVC ; néanmoins, d'autres paramètres (comme la localisation de la lésion, le type et la taille de la lésion, les comorbidités associées) constituent également des facteurs pronostiques connus de la qualité finale de la récupération fonctionnelle.

- RESUME DU THEME DE RECHERCHE ET ENJEUX SCIENTIFIQUES DE LA THESE

L'objectif global des travaux de l'équipe est de comprendre comment le système nerveux s'adapte aux différentes conditions physiologiques et pathologiques, et d'utiliser ses propriétés afin d'améliorer les programmes de rééducation existants en utilisant les principes de l'apprentissage moteur. L'enjeu théorique qui englobe ce travail de doctorat, est de comprendre quels sont les différents facteurs qui influencent la récupération motrice et comment optimiser la récupération. Il est donc question ici de déterminer quels pourraient être les facteurs pronostics de la récupération motrice des patients hémiparétiques, en se basant sur des évaluations répétées des mouvements de préhension, pour pouvoir recréer un patron de récupération standard.

Dans le contexte des théories du contrôle moteur, les coordinations bimanuelles ont été largement étudiées chez l'individu sain car elles sont révélatrices des systèmes nerveux et de la restitution du schéma moteur qui les supporte. Il est alors possible de dresser un parallèle entre les comportements cliniques de l'individu sain et pathologique. J'étudie donc la récupération des coordinations bimanuelles après AVC. Il existe une controverse concernant l'efficacité de la rééducation bimanuelle, notamment car ces bénéfices n'ont pas été montrés chez tous les types de patients hémiparétiques. Pour mieux cibler à qui pourrait profiter une thérapie de type bimanuel, il existe une réelle nécessité de mieux comprendre comment les coordinations bimanuelles évoluent lors des premières semaines de récupération naturelle. Nous voulons également détecter les facteurs pronostics de cette récupération, afin de pouvoir prédire l'efficacité supposée d'une thérapie bimanuelle.

Les perspectives de ce travail concernent la compréhension des mécanismes nerveux sous-jacents à la récupération, ainsi que les interactions entre la récupération et les caractéristiques de la lésion. Les techniques bimanuelles de rééducation ne semblent pas bénéfiques pour tous les niveaux de sévérité, et prendre en compte ce critère devient essentiel pour développer un profil complet de la pathologie. Les enjeux de ce travail à moyen terme consistent à proposer une rééducation bimanuelle adaptée au patient approprié au moment opportun.

LA THESE DANS SON CONTEXTE

- PLACE DE LA THESE DANS LE PROJET DE RECHERCHE

J'ai été recruté à l'issue de mon Master 2 Recherche en Sciences du Mouvement Humain par mes encadrants pour poursuivre le travail initié. Cette thèse se positionne à l'interface de deux projets de recherche, et repose sur deux sources de financement distinctes. La première année de mon doctorat a donc été financée par le Projet de la Commission Européenne **SKILLS** (FP6 IST 035005) de novembre 2010 à la fin du projet en octobre 2011. Notre mission était de développer et de valider un prototype de rééducation bimanuelle comme accélérateur de réapprentissage en milieu clinique. Ensuite, de novembre 2011 à septembre 2013, j'ai activement participé au Projet Hospitalier de Recherche Clinique **M@RGAUT** (2010-A00596-33). L'objectif était de développer des « serious games » et de tester leur efficacité comme outil de rééducation du membre supérieur après AVC.

Dans ces deux projets menés en parallèle, j'ai rempli le rôle de **chargé de mission R&D en sciences du mouvement humain**. La constance au cours de ces trois ans a été l'étroite

collaboration entre les divers acteurs de chaque projet. En résumé, la thèse devait répondre aux questions soulevées dans le cadre des différents projets, notamment en terme de développement et utilisation de dispositifs technologiques au service de la rééducation du patient hémiparétique (manipulandum bimanuel, réalité virtuelle) mais des ponts étaient également à construire en lien avec ces thématiques afin de placer ma réflexion sur **plusieurs niveaux d'analyse complémentaires** (cf partie « Résumé du thème de recherche et enjeux scientifiques de la thèse »).

- **COMPETENCES MOBILISEES POUR LE PROJET**

L'une des forces de ce projet de thèse repose sur l'**approche multidisciplinaire** requise. De solides connaissances et compétences scientifiques et techniques provenant de champs scientifiques complémentaires ont du être mobilisés :

- Les sciences du mouvement humain (neurosciences, apprentissage, analyse du mouvement),
- La médecine physique et de rééducation (expertise clinique),
- La robotique de rééducation (feedback haptique, automatisme),
- La conception/développement de jeux vidéo de santé, réalité virtuelle,
- Le développement informatique (traitement et extraction des données).

Certaines ressources étaient disponibles au sein de notre unité de recherche. Néanmoins, le spectre de compétences nécessaires au sein même des projets étant tellement vaste, que nouer des relations professionnelles avec des **personnes ressources** issues d'autres laboratoires était indispensable. Pendant ces trois années de thèse, j'ai donc collaboré à distance avec des roboticiens (Scuola Santa Anna, Pise, Italie) afin d'améliorer le prototype dans la phase de **développement technologique** notamment. J'ai également particulièrement échangé avec des chercheurs en informatique (LIRMM, Montpellier, France) et en développement de jeux vidéo pour la santé (Genious, Montpellier, France), afin que la technologie soit en accord avec le cahier des charges.

De part la construction de ce projet de thèse, j'ai pu développer plusieurs savoir-faire comme la **gestion de projet, la planification des étapes, la coordination entre les différents acteurs**. Ma formation de Master 2 Ingénierie et ergonomie des activités physiques adaptées (APA) m'avait initialement préparé à ces diverses missions, en tant que **coordinateur de projet**, mais ces trois années m'ont permis de **développer et consolider ces compétences transversales**.

LE PROJET DE THESE ET MOI

- **POURQUOI UN DOCTORAT ?**

Bien que j'aie toujours eu un **goût pour l'innovation et la technologie**, je me suis découvert un intérêt prononcé pour la recherche tardivement. C'est lors de mon stage de coordinateur APA en centre de rééducation pour tétraparétique que j'ai réellement apprécié me confronter à des thématiques de recherche. J'avais eu lors de ces quelques mois en immersion, l'impression que tant de questions relatives à la rééducation et son efficacité (ou non) restaient en suspens. Dès lors, j'ai pris conscience de l'intérêt de m'engager dans une **démarche scientifique**, et décidé

de suivre le Master 2 Recherche en Sciences du Mouvement Humain l'année suivante. Aujourd'hui, je retrouve, indépendamment de ma thématique de recherche (qui a évolué depuis quelques années), le même plaisir à **conduire un projet** ou une hypothèse de travail de sa conception à la dissémination des résultats.

- **POURQUOI CETTE THEMATIQUE ?**

Cela fait maintenant quelques années que j'ai investi le domaine de la rééducation, que ce soit chez une population de patients cardio-vasculaires, tétraplégiques, paraplégiques ou désormais hémiparalés. Je trouve gratifiant de chercher à répondre à des thématiques de santé et aux enjeux considérables qui ont une portée sanitaire indiscutable. Il faut savoir que, depuis les deux dernières décennies, la rééducation hospitalière et les techniques utilisées ont été révolutionnées par l'arrivée des technologies d'imagerie cérébrale. L'intérêt nouveau pour les thématiques traitant de l'apport de la technologie et/ou du réentraînement bimanuel pour la rééducation après AVC est très motivant.

De plus, je trouve particulièrement stimulant de **travailler en équipe**, lorsque tous les acteurs du projet convergent vers un **objectif commun**, tout en gardant la liberté de compléter nos travaux vers des directions plus privilégiées. La gestion de projet, la coordination entre les différents acteurs et le **management d'une équipe** de travail sont des espaces dans lesquels j'aime évoluer au quotidien.

- **INVESTISSEMENT DANS DIVERS PROJETS CLINIQUES EN MARGE DE MA THESE**

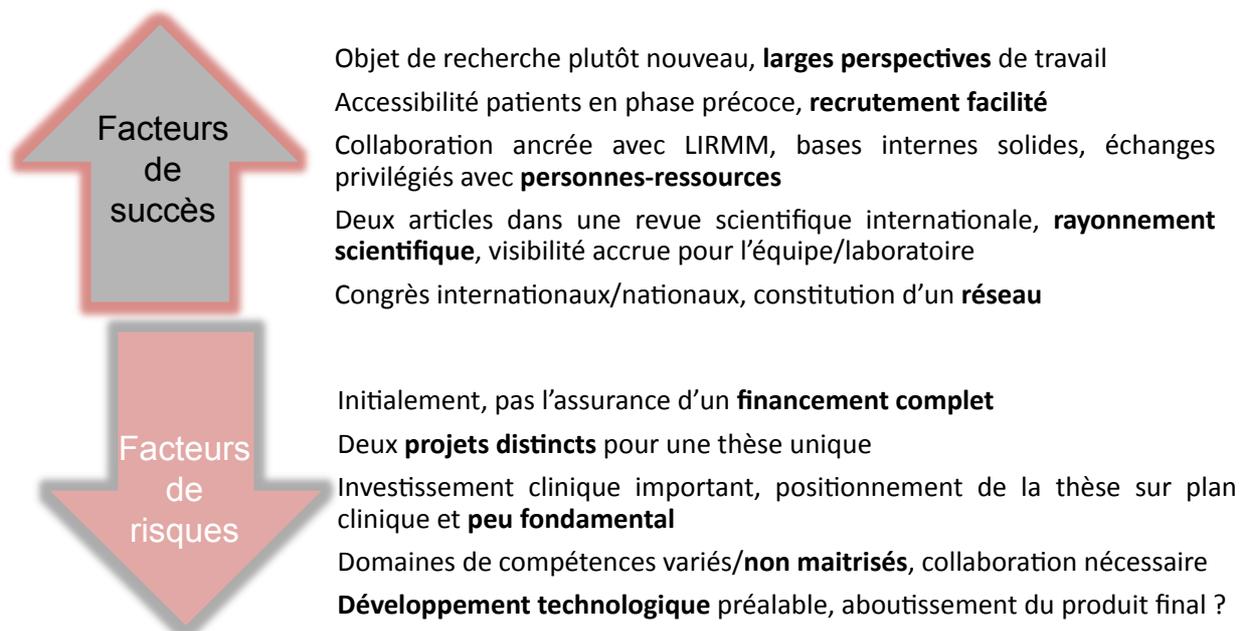
Au cours de ces trois ans, j'ai développé des compétences spécifiques d'**expertise clinique**, c'est à dire en matière d'évaluation du déficit après AVC. J'ai alors participé à un protocole de recherche regroupant une vingtaine de centres hospitaliers à travers la France (dont le CHU de Nîmes). Ce projet visait à valider un type de rééducation mécano assistée pour une population hémiparalés. Dans le cadre de cette étude, j'ai suivi une formation de 20h à l'Hôpital Raymond Poincaré de Garches qui m'a permis de consolider mes connaissances et compétences relatives à **l'évaluation des déficiences et incapacités** des patients hémiparalés, sur la base d'**échelles d'évaluation complémentaires** aux outils conventionnellement utilisés pour la même population. Cette expérience très médicale est atypique, puisqu'il est plutôt rare que des experts non médecins (ou non paramédicaux) réalisent ces évaluations en autonomie avec les patients. Ce type de compétences est particulièrement recherché dans le domaine de la recherche, puisqu'elles facilitent grandement la **synergie fondamental/clinique**, notamment en simplifiant l'accès aux patients.

PREPARATION ET CADRAGE DU PROJET

- FACTEURS DE SUCCES ET DE RISQUES

Le projet comportait plusieurs facteurs de réussite, d'une part par l'intérêt plutôt nouveau de l'objet de recherche sur la thérapie bimanuelle, et d'autre part du fait de collaborations antérieures et ancrées avec une partie des partenaires du projet. La relation privilégiée entre le versant fondamental et le versant clinique nous a permis de travailler dans les meilleures conditions, et de devenir un **projet pilote** dans notre domaine de recherche.

Néanmoins, plusieurs points étaient à prendre en considération afin de mener le projet à bien. Avec mes superviseurs, nous avons dû établir un projet de thèse atypique (montage particulier par la fusion de deux projets collaboratifs) pour compléter le financement sur 3 ans. J'ai donc également travaillé sur des projets annexes, davantage à visée clinique. Le risque de se disperser et de perdre de l'énergie dans ce contexte était réel au départ du projet. Cependant, un autre risque délicat à maîtriser restait le développement technologique, dans lequel mon équipe avait peu de compétences, et donc peu d'impact sur son déroulement.



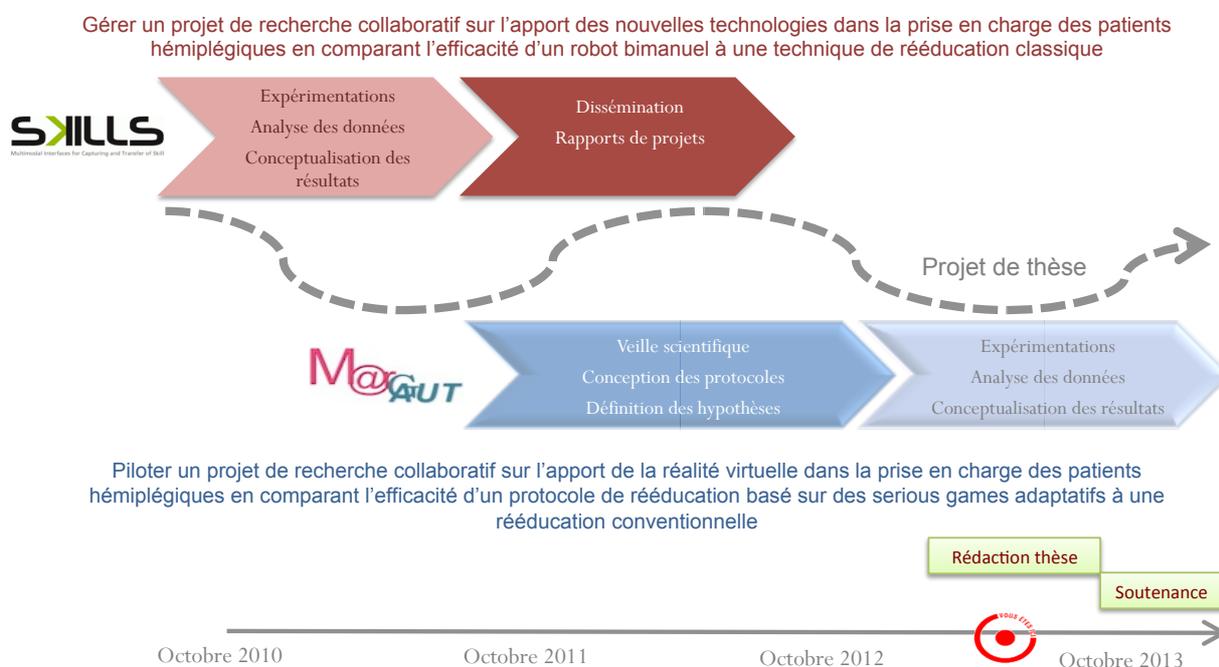
- CHOIX DES PARTENAIRES

Le projet a rassemblé plusieurs partenaires universitaires issus de domaines variés : le laboratoire M2H de l'Université Montpellier-1 (Sciences du Mouvement Humain), les CHU de Montpellier et Nîmes (rééducation/santé), le LIRMM (recherche et développement informatique), et la Scuola Santa Anna (robotique). Des partenaires industriels comme Genius (développement de jeux vidéo à visée de santé) et IDATE (étude de marché, conseil, expertise en matière de jeux vidéo) étaient également impliqués dans le projet.

CONDUITE DU PROJET

- PRINCIPALES ETAPES

Travaillant sur plusieurs sites géographiques, une **organisation rigoureuse** a été nécessaire afin de mettre en place des **routines de fonctionnement** efficaces. Par exemple, le travail à réaliser a été décomposé en **objectifs d'étapes** afin de maîtriser la bonne réalisation du projet. L'alternance entre les sites a été un élément important de motivation et de remise en question permanente. De plus, l'utilisation d'un cahier de laboratoire, d'un planning de Gantt, et d'un cahier des charges pour chacun des deux projets a grandement facilité le respect du timing initialement prévu. Le rétroplanning de thèse, présenté ci-dessous, illustre les différentes étapes et missions réalisées sur les deux projets distincts durant ces trois années de thèse, tout en indiquant que des ponts ont été établis entre ces deux projets, notamment pour alimenter les questions scientifiques transversales sur les marqueurs de la récupération.



- GESTION DES RELATIONS AVEC LES PARTENAIRES

Lors de ces trois années de doctorat, et plus particulièrement depuis deux ans, j'ai assuré la gestion des relations et la communication entre les différents acteurs du projet. J'étais chargé **d'organiser le calendrier du projet**, en tenant compte des contraintes émergentes suivant son avancée, mais également de planifier et réaliser les sessions de test en contexte clinique.

ESTIMATION ET PRISE EN CHARGE DU COUT DU PROJET

En prenant compte les frais concernant les ressources humaines, les consommables, l'infrastructure, le matériel, les déplacements, les formations et enfin la documentation et communication, le coût de ma thèse sur 35 mois s'élève à 208 294 euros. Les sources de financement sont détaillées dans le tableau récapitulatif présenté ci-dessous.

Nature de la dépense	Détail / Répartition	Coût total	Source de financement	
1. Ressources humaines				
1.1	Doctorant	Brut mensuel : 1658,25	75450,50	Université Montpellier-1
1.2	Directeur de thèse (25%)	Brut mensuel : 6400	72800	Université Montpellier-1
1.3	Prime d'encadrement		440	Université Montpellier-1
1.4	Co-directeur de thèse (10%)	Brut mensuel : 8200	37310	Université Montpellier-1
1.5	Gestion administrative (2%)	Brut mensuel : 1250	1137,50	Université Montpellier-1
<i>Sous-total Ressources Humaines</i>			187138	
2. Consommables				
2.1	Fournitures expérimentales		220	Laboratoire M2H
2.2	Fournitures de bureau		185,50	Laboratoire M2H
<i>Sous-total Consommables</i>			405,50	
3. Infrastructures				
3.1	Charges	Electricité : 2310 Téléphone : 655 Internet : 660	3625	Université Montpellier-1
3.2	Loyer des locaux	Bureau : 3630,50 Salle évaluation : 1790	5420,50	CHU Montpellier/Nîmes
<i>Sous-total Infrastructures</i>			9045,50	
4. Matériel				
4.1	Matériel d'expérimentation		400	Laboratoire M2H
4.2	Ordinateur de bureau		1650	Laboratoire M2H
4.3	Logiciels de bureau	Statistique : 800 Programmation : 700 Autres : 550	2050	Laboratoire M2H
4.4	Moniteur de bureau		175	Laboratoire M2H
<i>Sous-total Matériel</i>			4275	
5. Déplacements				
5.1	Missions en France	Transports, hébergements	1100	Projets SKILLS / MARGAUT
5.2	Congrès en France	Inscriptions	850	Projets SKILLS / MARGAUT
5.3	Congrès à l'étranger	Transports, hébergements, inscriptions	1350	Projets SKILLS / MARGAUT
<i>Sous-total Déplacements</i>			3300	
6. Formation				
6.1	Formations / Summer Schools	SKILLS, Arezzo (Ita) : 670 SSNR, Zaragoza (Esp) : 1050	2100	Projets SKILLS / MARGAUT
6.2	Inscriptions Université		1550	Personnelle
<i>Sous-total Formation</i>			3650	
7. Documentation et communication				
7.1	Affranchissements, téléphone	Courriers administratifs	55	Laboratoire M2H
7.2	Reproduction, imprimerie	Posters, communications	425	Projets SKILLS / MARGAUT
<i>Sous-total Documentation et communication</i>			480	
TOTAL		<i>35 mois</i>	€ 208 294	

III. ACQUISITION DE COMPETENCES ET SAVOIR-FAIRE

Ces trois années de thèse m'ont permis de développer un **ensemble de savoirs, de savoir-faire et de savoir-être** qui me sera également utiles en dehors du domaine de la recherche. Avoir notamment acquis de solides compétences en termes de gestion de projet et de management constituera un bagage précieux dans mes futures missions professionnelles.

A - DOMAINES D'EXPERTISE SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

A partir des travaux de réflexion menés tout au long de ma thèse, et de part son caractère multidisciplinaire, j'ai pu approfondir et consolider mes compétences dans plusieurs domaines :

- **Neurosciences** : bases neurophysiologiques de l'individu sain et pathologique, réorganisation et plasticité cérébrale, imagerie cérébrale
- **Contrôle moteur** : processus d'apprentissage (et réapprentissage) d'habiletés motrices
- **Médecine physique et rééducation** : thérapies émergentes de rééducation et leurs mécanismes, thérapies conventionnelles

L'**analyse du mouvement pathologique** est très présente dans ce projet de thèse. J'ai pu développer des compétences spécifiques en matière de recueil, d'extraction et de traitement de données. L'utilisation de dispositifs de **capture du mouvement** en 3 dimensions (Polhemus, Zebris) m'a amené à utiliser des techniques d'analyse, de programmation et de traitement du signal sous Scilab/Matlab.

Une grande place a été laissée à l'expertise clinique en terme d'**évaluation de la fonction motrice** du patient hémiparétique. J'ai pu me former auprès de médecins rééducateurs à l'hôpital Raymond Poincaré de Garches afin de compléter ma formation avec de nouveaux tests et échelles cliniques. J'estime **le temps effectif d'évaluation** avec les patients à environ **250h**. Cette expérience enrichissante m'a permis à mon tour de **former du personnel hospitalier** (ergothérapeutes, kinésithérapeutes et médecins) à la pratique de ces tests de routine et de recherche.

Le développement et l'installation de dispositifs technologiques (robots prototypes ou commercialisés, plateforme de réalité virtuelle) dans le cadre hospitalier m'ont aidé à enrichir mes connaissances dans le domaine de la **robotique**, de la **réalité virtuelle** et du **développement technologique**. L'utilisation à visée thérapeutique de ces outils industriels a consolidé mon goût pour l'**innovation technologique** pour apporter un complément à la rééducation classique des patients hémiparétiques.

B - CONNAISSANCES ET COMPETENCES TRANSVERSALES

- **GESTION DE PROJET ET MANAGEMENT D'EQUIPE**

Dès le début de ma thèse, mes encadrants m'ont accordé une grande confiance et une liberté d'organisation dans mon travail. C'est de manière très **autonome** que j'ai assuré la **conduite des projets** auxquels j'ai été associé. J'ai été un des acteurs principaux en ce qui concerne la planification des échéances, l'élaboration et la programmation des expérimentations, l'organisation des passations avec les patients, la synergie entre le laboratoire de recherche et le centre de rééducation (ou CHU). Tout au long de ces 3 ans, je me suis efforcé d'être **un élément moteur** et **force de proposition** en rédigeant des documents de synthèses afin de mieux communiquer sur l'avancée des travaux. J'ai également proposé des **alternatives innovantes**, notamment en terme de veille technologique, en recherchant à actualiser notre répertoire de jeux vidéo pour la santé par de nouveaux jeux en ligne, actuellement en plein boom technologique.

J'ai appris à mieux travailler et **manager / piloter** une équipe. Pour permettre à l'ensemble des partenaires d'évoluer dans un cadre stimulant, il a fallu optimiser le temps de partage de connaissances/compétences, notamment par une **méthodologie structurée**. Le planning que j'ai établi et étayé d'objectifs à mi-parcours a également contribué à respecter le timing du projet, et limité les facteurs de risques.

- **COMMUNICATION ET VALORISATION SCIENTIFIQUE**

En terme de **communication scientifique** et de **valorisation des résultats**, la thèse m'a permis de renforcer plusieurs compétences. D'abord, j'ai de plus en plus participé à la **rédaction de rapports** concernant l'avancée des travaux, et présenté une synthèse de nos résultats devant un comité d'évaluation d'experts européens. Le **transfert des connaissances**, à l'écrit ou à l'oral, en français ou en anglais, est toujours un exercice périlleux, où il faut savoir cibler son auditoire. Ces expériences m'ont donc permis de mieux **synthétiser mes travaux de recherche** et de savoir **vulgariser mon propos** si nécessaire, ainsi qu'un niveau d'analyse plus global.

- **ENSEIGNEMENT, DIDACTIQUE ET PEDAGOGIE**

En marge de mon planning de thèse, j'ai saisi l'opportunité de donner des enseignements à l'UFR STAPS de l'Université de Montpellier-1. J'ai donné **96h de vacations** (sous la forme de travaux dirigés exclusivement) à des étudiants de 1^{ère} et 2^{ème} année de licence STAPS. Le spectre des disciplines enseignées est assez large, allant de mes domaines d'expertise (*neurosciences, développement moteur, biomécanique*) vers des disciplines plus éloignées de ma recherche (*histoire et sociologie du sport*), ou encore des discipline transversale (*méthodologie de travail*). Je regrette cependant que l'interdiction de donner des vacations après 28 ans m'ait contraint à écourter mon volume d'heures d'enseignement.

Cette **expérience formatrice** m'a aidé à équilibrer ma présentation avec mon discours, à rendre mes explications plus précises, concises et fluides, à constamment chercher des ponts entre les exemples pour faciliter la compréhension. **Accompagner les étudiants** dans leur démarche d'apprentissage et tenter de les rendre plus autonomes dans leur travail m'a rendu très enthousiaste et davantage **pédagogue**.

- **LOGISTIQUE ET GESTION ADMINISTRATIVE**

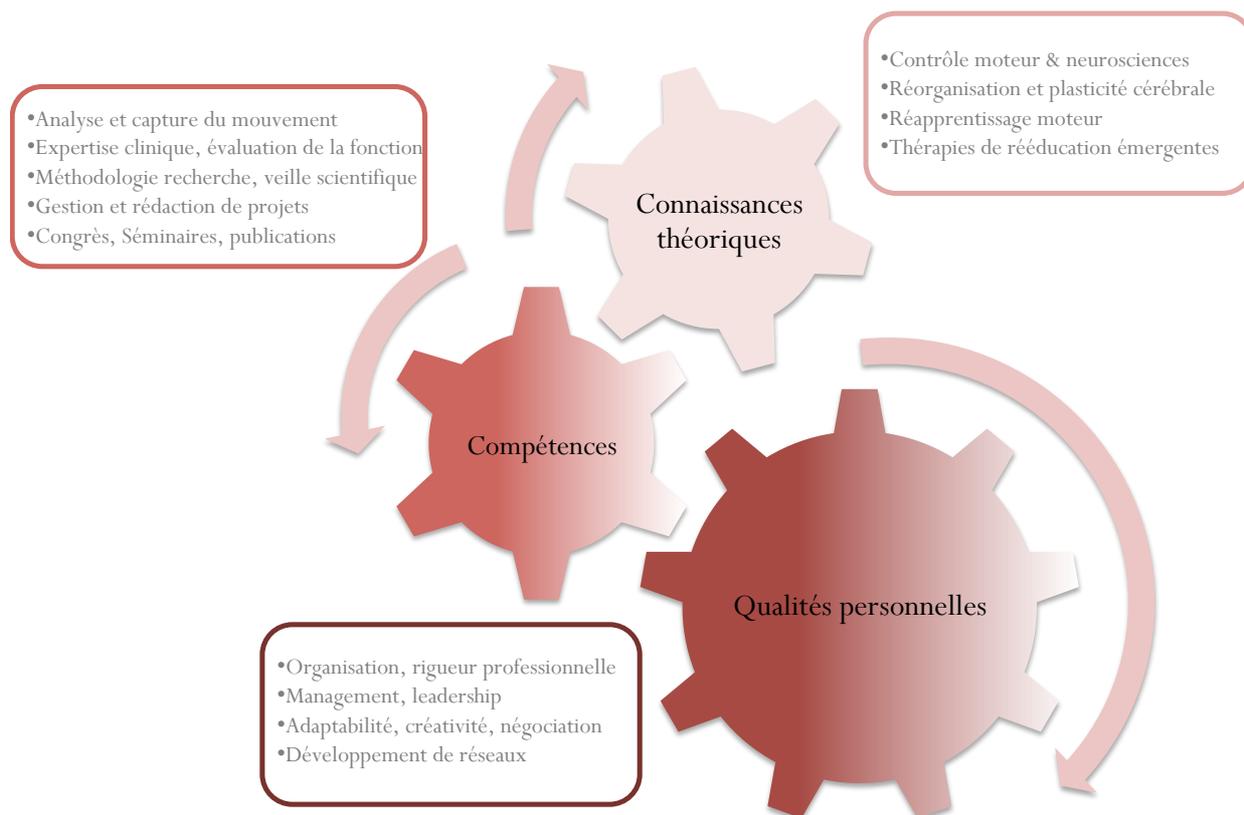
En étroite collaboration avec le secrétariat du laboratoire, j'ai pris en charge la **logistique de plusieurs missions** pour les partenaires des projets (réservations, inscriptions, transport, hébergement). Ces tâches ont nécessité un véritable apprentissage des démarches administratives et des **procédures institutionnelles**.

Mon rôle de représentant des doctorants au sein du conseil de laboratoire (2011-2012) puis au conseil de l'École Doctorale SMH (2012-2013) m'a amené à **prendre en charge la vie collective** des doctorants, à organiser et diriger des réunions mensuelles. Au delà, l'objectif était de transmettre les décisions provenant des différents conseils, mais également faire remonter à la hiérarchie les propositions et remarques de mes collègues doctorants. Ma **prise d'initiatives** et mes **capacités organisationnelles** m'ont alors permis de m'investir pour la vie collective (achats matériel, pots de départ, réunions, mises au point, déménagement) sans que mon travail puisse en être affecté.

C - QUALITES PERSONNELLES ET INTRINSEQUES

La sensibilisation dès la deuxième année de thèse (notamment grâce aux Doctoriales©) à l'acquisition de compétences et connaissances transversales a été l'occasion de prendre du recul et de mieux appréhender certains acquis. Cela m'a permis d'identifier un goût certain pour la **prise de responsabilité et de décision** au sein d'un groupe. Ma motivation accrue à mener à bien ce **leadership** a été motrice dans mes rôles successifs de représentant doctorant du laboratoire puis de l'école doctorale. Mon **adaptabilité**, mon **dynamisme** et ma **créativité** m'ont permis d'être une source de proposition constante au long de mon doctorat. Enfin, ma gestion du calendrier, mon organisation m'ont permis de mener à bien plusieurs missions de front, et m'ont permis de **persévérer** sans jamais me décourager.

Ma **curiosité intellectuelle et scientifique**, mon besoin d'enrichir mes compétences et connaissances me conduisent en permanence à entretenir et construire des liens avec des partenaires existants et futurs. Pour **développer mon réseau professionnel** et m'implanter davantage au sein de la communauté scientifique et industrielle, j'ai créé un profil scientifique sur ResearchGate (pour postdoctorat), LinkedIn (pour R&D). De plus, je me tiens informé sur les diverses bases de données spécialisées (Biomech-L et Infos du Risc, entre autres) en ce qui concerne les offres de postdoctorats et d'emplois.



IV. RESULTATS ET IMPACTS DE LA THESE

Les résultats obtenus lors de ce doctorat constituent une **étape supplémentaire dans la compréhension** des principes liés à la rééducation bimanuelle, à ses effets bénéfiques et à ses modalités d'application. A l'origine, il s'agissait de définir un profil de patients susceptibles de bénéficier d'une rééducation bimanuelle. D'après nos travaux, les patients lésés dans l'hémisphère droit, avec une atteinte corticale sévère et une récupération proximale seraient plutôt enclins à être mieux rééduqués en condition bimanuelle. Ces distinctions entre les différents patients testés ont été rendues possibles par une analyse du mouvement détaillée, qui a apporté un **éclairage nouveau et complémentaire** dans l'évaluation et la compréhension des déficits moteurs. Enfin, nos résultats indiquent les possibles **recommandations cliniques** qui permettraient de mieux répondre aux besoins individualisés des patients.

Les études menées dans le cadre de mon projet permettent d'expliquer la récupération naturelle des deux membres supérieurs, et comment ils récupèrent au cours du temps sur le plan moteur séparément, et en coordination. Ces profils d'évolution de récupération ne sont pas linéaires dans le temps et les capacités des patients après AVC s'améliorent puis stagnent après plusieurs semaines de rééducation. L'identification d'un patron de récupération bimanuel optimal après 8 semaines après AVC apparaît comme l'une des **contributions scientifiques** significatives de cette thèse, intéressant la communauté scientifique.

Outre ces modifications au niveau du comportement moteur, des changements s'opèrent également au niveau cérébral après AVC. Comprendre comment ces changements moteurs interviennent et quels sont les **mécanismes nerveux sous jacents** dépassent le cadre de ce travail. Des études complémentaires sont en cours de réalisation au sein de l'équipe pour investiguer les corrélats neuraux qui se produisent en parallèle de ces changements de performance fonctionnelles visibles. Ces perspectives de travail nécessitent de solides collaborations avec des partenaires spécialisés en neuro-imagerie, et apportent à mes thématiques de recherche un **intérêt scientifique supplémentaire**.

En termes de retombées pour le laboratoire, mes travaux de thèse ont permis la publication de plusieurs articles dans des **revues scientifiques internationales** indexées (dont deux publiées dans la revue *Neurorehabilitation and Neural Repair* classée 1^{ère}/62 en Rééducation), d'un chapitre dans un ouvrage spécialisé, d'articles de conférences nationales et internationales. Mes contributions scientifiques apportent un éclairage complémentaire à la littérature existante et contribuent au **rayonnement de unité**, en la positionnant aujourd'hui comme une des **équipes de recherche pilotes** en France dans notre domaine scientifique.

A une échelle plus globale, ces travaux participent à la réduction du fossé qu'il reste à combler pour pouvoir proposer une solution adaptée à chaque patient. L'identification d'un profil de patients susceptible de bénéficier d'une rééducation bimanuelle **répond à un besoin sanitaire** qui devient de plus en plus préoccupant. Cela va permettre à moyen terme de réduire la durée de la prise en charge, et donc **réduire les coûts de santé** et d'**augmenter la qualité de vie** du patient pour faciliter son retour à domicile.

V. IDENTIFICATION DES PISTES PROFESSIONNELLES

- **ENSEIGNANT-CHERCHEUR en STAPS**
(Spécialisation en Neurosciences comportementales, Rééducation – Section CNU n°74)

A l'issue de la thèse, je projette de partir compléter ma formation en réalisant un postdoctorat. J'envisage d'enrichir mes compétences en travaillant avec des spécialistes en **neuro-imagerie** en lien avec les atteintes neurologiques, discipline que je ne maîtrise pas assez pour l'instant. Cette étape intermédiaire me permettrait également de me construire un **réseau professionnel complémentaire**. Les pistes qui s'offrent à moi me conduisent plutôt vers des laboratoires étrangers où je pourrais perfectionner mon anglais dans l'environnement professionnel, mais également social. L'objectif est également de pouvoir **renforcer mon expérience** et consolider mon curriculum vitae (collaborations, publications) afin d'être davantage compétitif lors des recrutements pour un poste de maître de conférences à mon retour en France. La recherche d'un équilibre entre l'activité d'enseignement et la recherche m'a beaucoup stimulé au cours de mon doctorat et a largement contribué à mon envie de continuer dans cette voie. Néanmoins, la réalité du monde du travail et son accessibilité aujourd'hui me conduisent à envisager d'autres pistes.

- **INGENIEUR DE RECHERCHE CLINIQUE**
(Spécialisation en Rééducation neurologique, Médecine physique et réadaptation)

Mes compétences en terme de rééducation du handicap (atteintes neurologiques, traumatiques, chroniques, maladies respiratoires et cardio-vasculaires) et d'évaluation de ces incapacités sont susceptibles d'intéresser le milieu R&D du secteur privé. Parmi les compétences recherchées, **l'expertise clinique** et les connaissances concernant **l'adaptabilité des nouvelles technologies pour la santé** devient un atout pour travailler en collaboration avec des ingénieurs, des roboticiens ou des développeurs, qui sont experts dans leurs domaines respectifs, mais connaissent peu les **modalités d'application** de leur dispositif dans un contexte médical. L'accès au patient nécessite un rapport privilégié avec le milieu clinique. Je pourrai être un acteur majeur pour aider à adapter, ajuster et améliorer le dispositif en lien avec les besoins spécifiques des patients en terme de rééducation. Ma position à l'interface entre le milieu de la recherche en sciences du mouvement humain, le domaine de médecine physique et rééducation et l'industrie est un **vecteur indéniable dans la réussite d'un projet collaboratif**. Je recherche donc un poste d'ingénieur recherche au sein d'une entreprise développant et/ou distribuant des **outils technologiques de rééducation**. En annexe 1 de ce document, je joins mon **curriculum vitae** répondant à un poste d'ingénieur de recherche clinique en médecine physique et de rééducation pour des troubles neurologiques (AVC notamment).

Ingénieur de Recherche Clinique

Spécialisé en Médecine Physique et Rééducation Neurologique

Julien Metrot (29 ans)

 128, rue Michel Teule, 34080 Montpellier
 06 81 47 15 21
 julienmetrot@yahoo.fr



Compétences & connaissances

Expertise scientifique

*Méthodologie de recherche / veille scientifique
Programmation, traitement et analyse de données
Capture et analyse de mouvement, robotique
Expertise clinique et théorique du handicap*

Communication scientifique

*Enseignement et vulgarisation : biomécanique,
physiologie, contrôle moteur, neurosciences
Valorisation scientifique : 7 publications internationales,
congrès, séminaires & rapports de projets*

Compétences transversales

*Maitrise de l'anglais, français
Gestion et conduite de projet
Management et coordination d'équipes*

Qualités personnelles

*Leadership, organisation, rigueur professionnelle
Goût pour l'innovation technologique, le partage des
connaissances et la multidisciplinarité*

Expériences professionnelles

Evaluateur référent dans un protocole de recherche

2011 – 2013 CHU Nîmes / Montpellier / Garches
*Evaluations des déficits neurologiques et des troubles
sensorimoteurs associés, suivi longitudinal de patients
hémiplésiques après rééducation robotisée.*

Coordonnateur - Service Activités Physiques Adaptées

2008 – 2009 Centre Neurologique Propara, Montpellier
(stage 8 mois)
*Conception de programmes de rééducation adaptés pour
des patients tétraplésiques, coordination des ressources
humaines et matérielles, définition et mise en place de
méthodes d'évaluation du handicap.*

Enseignant en Activités Physiques Adaptées

2007 – 2008 Centre de rééducation Les Rosiers, Dijon
(stage de 5 mois)
*Prise en charge rééducative de patients insuffisants cardio-
respiratoires, évaluation des déficiences et incapacités, mise
en place de protocoles de rééducation ciblés, suivi
longitudinal des performances.*

Intérêts & loisirs

Vie associative

*Représentant élu aux conseils scientifiques du
laboratoire M2H et école doctorale « Grand Sud »
Organisation d'événements scientifiques/sportifs
Secrétaire association DocSMH*

Culture

*Voyages (Europe, Asie, Am. Nord), danse/mise en
scène, théâtre/opéra, lectures scientifiques*

Sports

*Pratique régulière notamment golf (hcp 20) et boxe
Diplômes de moniteur en athlétisme et boxe*

Formations

Doctorat en Sciences du Mouvement Humain

2010 – 2013 Movement to Health, Université Montpellier-1
Projet Européen SKILLS

Projet hospitalier de recherche clinique M@RGAUT

- *Piloter un projet de recherche collaboratif sur l'apport des nouvelles technologies (robotique, réalité virtuelle) dans la prise en charge des patients hémiplésiques*
- *Adapter les dispositifs technologiques au milieu clinique et répondre à des thématiques de recherche et sanitaires*

Master 2 Ingénierie et Ergonomie des Activités Physiques et Sportives

2008 – 2009 UFR STAPS Montpellier
Elaboration, développement, gestion et évaluation de projets

Valorisation des compétences, NCT®

Vilianne Ntsame Guilengui

Plasmonique pour l’Infrarouge

Mentor NCT : Pierre Besson

Ecole doctorale : Informatique Structures Systèmes (I2S)

Spécialité : Electronique

Université Montpellier 2

Titre de la thèse : Les plasmons de surface, de nouvelles structures pour les composants à base d’antimoniure

Directeur de thèse : Thierry Taliercio

Date de soutenance envisagée : Novembre 2013

Table des matières

Partie 1 : Cadre général et enjeux de la thèse	4
1. Présentation générale	4
2. Ma thèse dans son contexte	5
2.1 La thèse dans le contexte global de l'équipe	5
2.2 Les raisons de mon choix de préparer un doctorat et de travailler sur ce sujet.....	5
Partie 2 : Déroulement, gestion et coût estimé de la thèse	6
1. Préparation et cadrage du projet	6
1.1 Evaluation des facteurs de succès et de risques	6
1.2 Choix des partenaires.....	7
2. Conduite du projet de thèse	8
2.1 Quelques problèmes rencontrés et solutions apportées.....	9
2.2 Evaluation du coût de la thèse.....	10
Partie 3 : Compétences, savoir-faire, qualités professionnelles et personnelles	11
1. Savoir ou connaissances scientifiques.....	11
2. Savoir faire.....	11
3. Savoir être	12
Partie 4 : Résultats et impacts de la thèse	12
1. Résultats et impacts pour le laboratoire	12
2. Impacts personnels	13

Partie 1 : Cadre général et enjeux de la thèse

1. Présentation générale

Les plasmons sont des ondes créées quand la lumière atteint la surface d'un métal dans des conditions précises. Ces ondes générées à des fréquences optiques, sont très petites et ont une faible durée de vie. Théoriquement, ils peuvent encoder des informations dans des zones plus petites que celles de l'électronique conventionnelle. La plasmonique a été donc pensée combiner les points forts entre les transferts optique et électronique des données, permettant la transmission rapide de l'information dans des dimensions nanométriques (un milliardième du mètre). La plasmonique permettrait la transmission de données à des fréquences optiques le long de la surface d'une structuration métallique, les données se déplaçant sous la forme de distributions de densité d'électrons plutôt que sous la forme de lumière. La principale limitation reste la dissipation des plasmons après seulement quelques millimètres. Leur durée de vie est trop courte pour servir de base à des puces informatiques faisant quelques centimètres de diamètre. Il faut donc optimiser la technologie pour pouvoir envoyer des données sur de longues distances. La clé est d'utiliser un matériau ayant un indice de réfraction négatif qui n'existe pas sous forme naturelle dans la nature. D'où la nécessité technologique de fabriquer matériaux nanostructurés pour obtenir des dispositifs plasmoniques efficaces. Pour cette raison, la plasmonique est fréquemment associée à la nanotechnologie.

Ma thèse a pour but de créer des structures plasmoniques pour l'infrarouge afin de les adapter aux composants qui émettent ou qui détectent la lumière pour en améliorer les propriétés.

Cette thèse a un enjeu sociétal important. Dans le domaine de l'électronique, la majorité des dispositifs électroniques sont de taille micrométrique (un millionième de la longueur d'onde). Aujourd'hui, les enjeux scientifiques de miniaturisation des composants imposent de nouvelles règles en termes de fabrication et de caractérisation. Cette miniaturisation permet en effet l'obtention de nouvelles propriétés optiques et fonctionnelles de ces composants. Parmi ces propriétés, on peut citer le guidage et le confinement de la lumière. L'étude de plasmons de surface permet d'obtenir ces caractéristiques.

Dans le domaine biomédical et en chimie, la lumière confinée par les plasmons peut interagir avec des molécules proches de la structure plasmonique. L'attrait de la plasmonique pour l'infrarouge en biologie est intéressant car plusieurs molécules vibrent à des fréquences de l'infrarouge. On pourrait ainsi détecter des concentrations très petites d'espèces biochimiques.

2. Ma thèse dans son contexte

2.1 La thèse dans le contexte global de l'équipe

J'effectue ma thèse au sein du groupe de composants à NANOstructures pour le Moyen InfraRouge (Nanomir) de l'Institut Electronique du Sud (IES) de Montpellier. C'est une Unité Mixte de Recherche (UMR) du Centre National de Recherche Scientifique (CNRS) et de l'Université Montpellier 2 (UM2) avec des enseignants-chercheurs et des chercheurs. Ce laboratoire se situe au niveau de l'état de l'art mondial pour ses acquis scientifiques et technologiques. Les secteurs d'étude sont les suivants : l'infrarouge, la fiabilité, les capteurs. Son savoir-faire dans ces domaines permet d'apporter des solutions nouvelles et innovantes pour observer, mesurer et analyser les phénomènes physiques et technologiques du monde qui nous entoure. La plasmonique est une thématique nouvelle dans le laboratoire. C'est un domaine qui suscite beaucoup d'intérêt au niveau national et international et très axé sur l'étude des plasmons dans les métaux comme l'or ou l'argent. L'idée est de nous positionner de façon originale, en étudiant les matériaux semi-conducteurs plutôt que les métaux en vue de développer un savoir-faire en plasmonique tout-semiconducteur.

Compétences scientifiques, techniques et humaines mobilisées pour le projet

Ma thèse se déroule au sein du groupe Nanomir sous la direction de Thierry Taliercio qui a développé le projet plasmonique pour l'infrarouge au laboratoire en 2008. Le projet a bénéficié en amont de la collaboration avec Jérôme Léon du laboratoire Charles Coulomb pour l'étude théorique. J'ai aussi bénéficié des services communs comme la centrale de technologie en Microélectronique et Nanoélectronique (ATEMI) pour la fabrication ainsi que la caractérisation des structures obtenues.

2.2 Les raisons de mon choix de préparer un doctorat et de travailler sur ce sujet

Du fait du cadre familial, avec un père ingénieur en télécommunications et un grand père infirmier, j'ai été poussée vers la science très jeune. Dans les jeux et les différents divertissements télévisuels, j'ai été fasciné très longtemps par ces personnes en blouse blanche, sans l'identifier à un métier particulier. Après l'obtention d'un baccalauréat scientifique, je décroche au Gabon un Diplôme Universitaires d'Etudes Scientifiques (DUES) et poursuis ensuite mes études en France en Licence 3 de Physique Appliquée puis en Master Professionnel de Physique pour la Microélectronique et les Nanotechnologies (Phymatec). J'ai terminé mon master par un stage sur la plasmonique à l'Institut Néel de Grenoble sous la direction de Gilles Nogues. Faute de financement, je n'ai pas pu poursuivre en faisant une thèse. Parallèlement, j'ai été contacté par Thierry Taliercio, un de mes anciens professeurs de Licence et de Master, pour un sujet de thèse similaire à Montpellier, avec un financement ministériel déjà trouvé. De plus, la vie en laboratoire, la capacité de travailler sur un projet quasiment nouveau et l'idée d'interagir avec des chercheurs de mon domaine sont autant de

facteurs qui m'ont encouragée à effectuer une thèse. J'étais enthousiasmée de travailler sur un projet neuf et innovant, qui m'offrait la possibilité de définir de manière autonome ma méthode de travail. L'idée me plaisait qu'avec l'appui d'un encadrant, je pouvais **porter un projet de bout en bout** et devenir, pourquoi pas, une « spécialiste » dans mon domaine d'étude.

Partie 2 : Déroulement, gestion et coût estimé de la thèse

1. Préparation et cadrage du projet

1.1 Evaluation des facteurs de succès et de risques

Facteurs de risque initiaux

- Ma thèse s'inscrit dans une **thématique nouvelle pour l'équipe**. Aucune thèse n'a été faite sur la plasmonique pour l'infrarouge avant moi. Je ne bénéficie pas d'études théorique et expérimentale préalable sur le sujet. De plus, Nous n'avions aucune garantie de sur la réussite du projet. Ce fût pour moi un grand enjeu de faire les premiers échantillons et les premières caractérisations de composants. Il a fallu **préciser la thématique** plusieurs fois et **définir correctement le sujet de thèse et les objectifs visés**.
- Le **manque de personnel compétent en plasmonique** : Le personnel du laboratoire a une bonne connaissance des composants lasers et des détecteurs infrarouge mais très peu de personnes peuvent m'aider dans l'avancée de mon sujet, excepté mon directeur de thèse. J'ai dû **tisser des collaborations** en France pour avoir de réponses à mes questionnements. Seulement, le fait de ne pas pouvoir interagir plus rapidement avec eux a parfois été un facteur de risque.

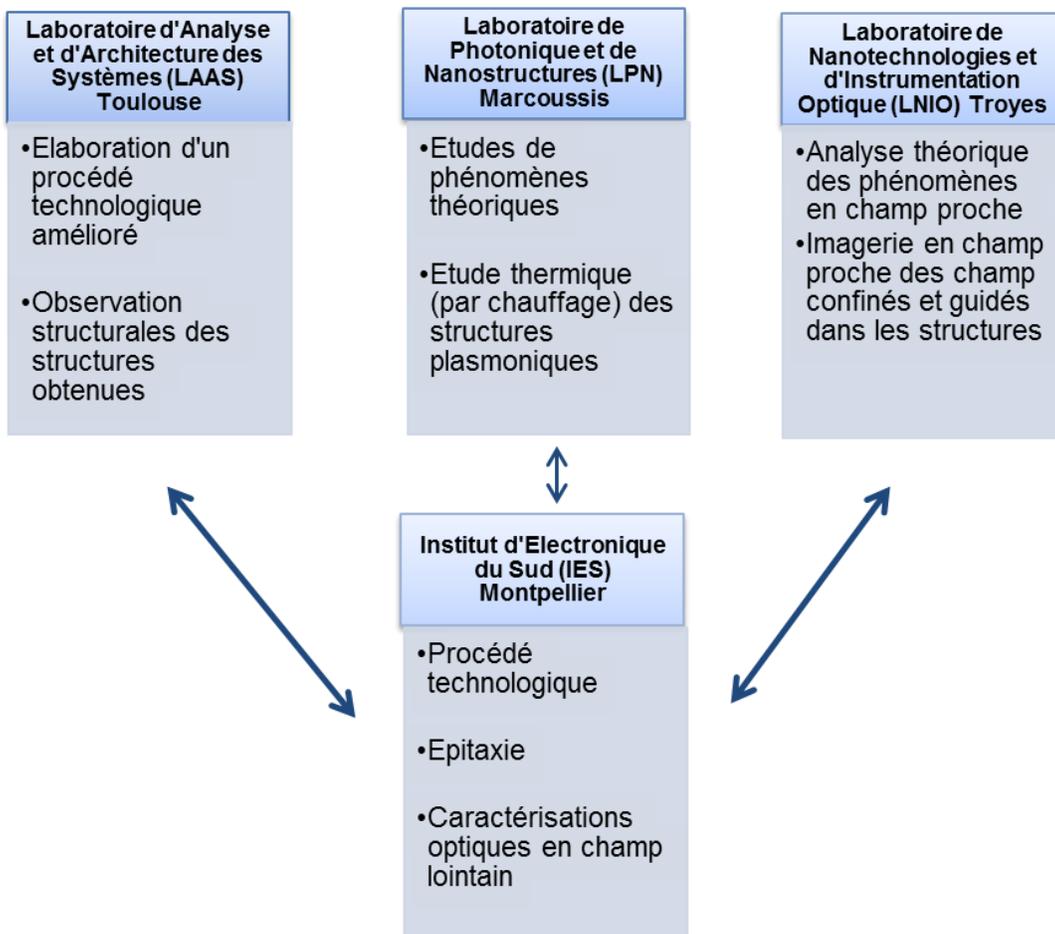
Facteurs de succès

- **Mon stage antérieur** : Le fait d'avoir effectué mon stage de fin de master dans un sujet faisant appel à la plasmonique a été un atout. Même si mon sujet de thèse était relativement différent, les **notions théoriques de base** étaient les mêmes. De plus, j'ai eu **l'opportunité de développer des procédés de fabrication** de composants en stage. Je connaissais donc les contraintes que cela imposait en termes de précision et d'organisation.
- La mise à disposition de la **centrale technologique de fabrication** : la plasmonique étant étroitement liée à la nanofabrication, avoir un atelier de technologie au sein de l'UM2 est un véritable avantage. J'ai eu accès tout au long de ma thèse aux bêtis mis à ma disposition pour concevoir mes structures dans les meilleures conditions.

- **Notre laboratoire dispose d'un bâti pour le dépôt des couches** par Epitaxie par Jets Moléculaires (ou MBE pour Molecular Beam Epitaxy) : c'est une notion spécifique de la fabrication de composants à base de semiconducteurs. L'épitaxie consiste est une technique consistant à envoyer un ou plusieurs jets d'atomes ou de molécules vers un substrat pour réaliser des couches parfaitement empilées les unes sur les autres. Ceci nous permet de produire les couches directement à Montpellier.

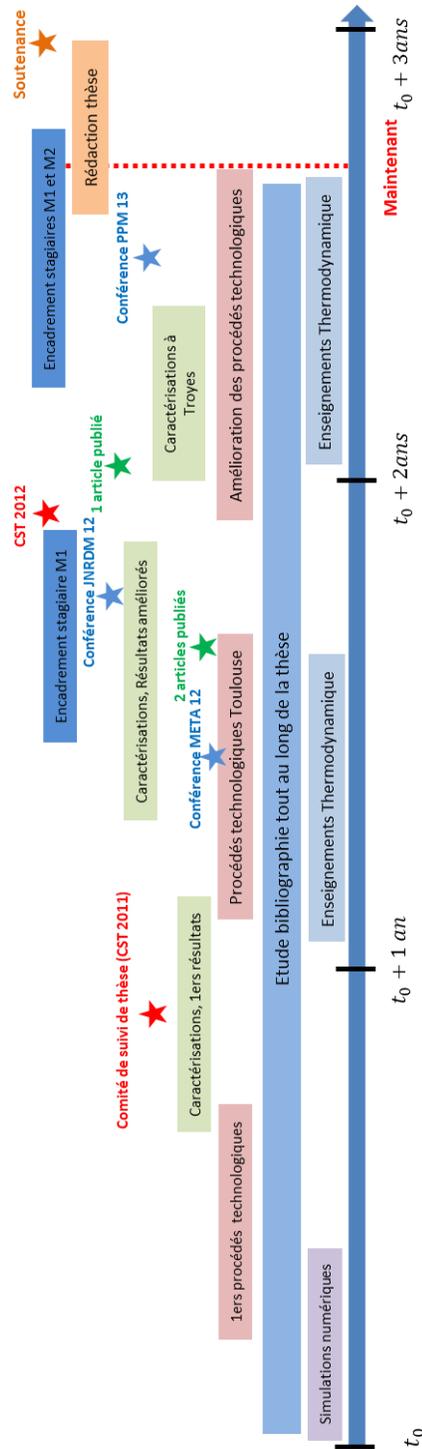
1.2 Choix des partenaires

Nous avons jugé utile de travailler avec des partenaires des laboratoires nationaux. Ces collaborations se sont tissées dans le cadre de discussions lors de conférences. Nous nous sommes rapprochés des chercheurs du LAAS et du LNIO car ils ont respectivement une bonne expertise en matière de technologie et de caractérisation du rayonnement des composants dans son champ proche.



2. Conduite du projet de thèse

Le graphique suivant présente les principales étapes de mon projet de thèse



Fonctionnement au sein du laboratoire

Pour faire le point sur mon évolution, mon directeur de thèse et moi nous voyons deux fois par semaine, pour définir le programme de la semaine et/ou faire le bilan d'une expérience. Ce bilan peut aussi se faire sous forme de rapport. Nous tenons tous les mois au sein de l'équipe qui sont utiles pour échanger et dialoguer sur les différents résultats obtenus principalement en technologie. Deux fois par an, il est aussi demandé aux doctorants de faire une présentation orale en anglais. Au cours de ces présentations, je récapitule mes travaux et fais le point sur mon avancée. La présentation se termine par un jeu de questions-réponses. J'en tire un réel intérêt car ces présentations me préparent aux conférences internationales.

2.1 Quelques problèmes rencontrés et solutions apportées

-Je ne connaissais pas le **logiciel de simulation Lumerical-FDTD**. J'ai donc demandé au début de ma thèse à **effectuer une formation** se déroulant à Paris dans le but de combler mes lacunes. Cette formation m'a aidée à cerner les bases de simulation. J'ai pu ainsi travailler de manière autonome sur les simulations et comprendre les résultats expérimentaux.

- Un des **bâtis nécessaires à la fabrication a été en panne** 70% de la durée de ma thèse. Pendant ce temps, il a fallu trouver une alternative pour continuer le procédé. J'ai **pris contact avec un chercheur du LAAS à Toulouse** pour continuer mes travaux pendant les nombreuses maintenances. Cette collaboration s'est soldée par des résultats probants et nous avons pu mettre en œuvre efficacement une bonne technique de travail.

- Lors de l'étude optique des échantillons, il était **difficile d'analyser clairement les résultats obtenus** car je manquais de recul. Ne trouvant pas de réponse dans la bibliographie, **j'ai posé la question à un chercheur plus expérimenté du LPN** qui a pu me donner des réponses et m'a proposé de travailler avec son équipe pour l'analyse des résultats mais aussi pour développer une nouvelle technique de caractérisation. Ça m'a permis de pallier au manque de réactivité de mon équipe.

2.2. Evaluation du coût de la thèse

Nature de la dépense	Coût (en euros)
Ressources humaines	
Doctorante	60624
Encadrant (salaire+prime encadrement)	124200
Sous total ressources humaines	184824
Consommables	
Fournitures expérimentales	9554
Fournitures de bureau	5006
Sous-total consommables	14560
Matériel	
Matériel d'expérimentation	22953
Ordinateur de bureau	750
Logiciel de bureau	1158
Sous-total matériel	24861
Déplacements	
Missions en France	910
Conférences en France	790
Conférences à l'étranger	1533
Sous-total déplacements	3233
Formations	
Modules doctoraux	0
Formation en France	520
Documentation et communication	
Affranchissement, internet, téléphone	245
Impressions de posters	58
Documentation	142
Sous-total documentation	445
Divers (hygiène et sécurité, blouses...)	63,2
Total	227986,2

Partie 3 : Compétences, savoir-faire, qualités professionnelles et personnelles

1. Savoir ou connaissances scientifiques

J'ai pu acquérir de bonnes connaissances du point de vue scientifique dans les domaines suivants :

- Physique des semiconducteurs
- Technologie pour la microélectronique
- Théorie des plasmons de surface
- Notions de base en programmation
- Maîtrise de l'anglais scientifique : 90% des revues scientifiques que j'ai lues sont en anglais

2. Savoir faire

- **Mise en place d' procédé technologique** : J'ai conçu moi-même le procédé de fabrication de mes structures. Plus particulièrement, j'ai développé un nouveau procédé de gravure spécifique à un matériau (l'Arséniure d'Indium) présent dans mes structures. La gravure est un procédé technologique qui consiste à retirer de manière précise un matériau d'une surface donnée).
- **Pédagogie de l'enseignement** : les enseignements m'ont permis de gérer une classe et d'apprendre à préparer un cours de manière à transmettre efficacement les connaissances. Concrètement, j'ai pu faire passer les informations en reformulant mes explications aux élèves ou encore en donnant des exemples applicatifs.
- **Etude et veille bibliographique** : j'ai appris à faire le tri d'informations et à assimiler rapidement car le nombre d'articles et de livres lus sur notre sujet peuvent parfois dérouter. J'ai su comment appréhender les conclusions issues d'une revue scientifique.
- **Synthèse et traitement des données** acquises lors des différentes expériences : j'ai conçu des fiches échantillons pour retrouver les différentes caractéristiques des structures étudiées. Le traitement des données est fait avec Origin Pro.
- **Simulations numériques** à l'aide de logiciels comme FDTD Lumerical ou Scilab
- **Gestion de commandes et approvisionnement** : J'ai eu l'occasion de commander du matériel auprès des fournisseurs extérieurs. J'ai appris à gérer une commande, à demander des informations sur les différents produits livrés et à faire remonter les informations auprès de mon encadrant de thèse et / ou du secrétariat de l'équipe.

3. Savoir être

- **Bonne interaction avec les autres équipes** : j'ai travaillé avec trois équipes en France dans le cadre de collaboration. J'ai échangé et transmis des informations avec eux par téléphone et par mail. Nous avons aussi eu des réunions à Paris, à Troyes et à Montpellier.
- **Patience et gestion du stress** : j'ai appris à attendre patiemment les résultats de mes différentes expériences
- **Gestion de l'échec** : J'ai su réorienter ma thèse lorsque je rencontrais des difficultés, notamment en fabrication.
- **Communication, bonne expression en public et valorisation des résultats** : j'ai eu l'opportunité d'effectuer 1 conférence nationale (JNRDM12) 2 conférences internationales (META12 et PPM13) ainsi que 2 séminaires internes par an au sein du laboratoire. Mon directeur de thèse et moi avons aussi écrit trois articles déjà parus dans des revues internationales. Je sais donc mettre en avant mes réussites et les confronter à d'autres résultats novateurs.
- **Encadrement d'une stagiaire** : ma mission était de les guider durant leurs activités quotidiennes et de mettre en place avec eux des procédures expérimentales. J'ai également participé à la correction de leur mémoire et participé au jury de la soutenance.

Partie 4 : Résultats et impacts de la thèse

1. Résultats et impacts pour le laboratoire

Les résultats obtenus ont constitué la première pierre pour le développement de la plasmonique infrarouge. Concrètement, j'ai mis au point et amélioré le procédé de fabrication et effectué les premières caractérisations optiques. J'ai pu mettre en évidence l'existence des plasmons de surface dans des nanostructures et analyser les phénomènes complexes qui interviennent. Ma thèse sera un bon recueil d'informations pour les thèses suivantes, mais aussi pour l'équipe Nanomir qui a pu commencer l'étude des plasmons. Je pense que ce sera un thème de recherche majeur dans le futur car il est possible d'adapter les structures plasmoniques aux composants fabriqués dans le laboratoire afin d'en exalter les propriétés d'émission. Par exemple, nous avons calibré nos structures pour les accoler plus tard à des détecteurs infrarouge pour la vision dans des situations extrêmes (noir, corps humain...). Nous avons aussi contacté récemment le laboratoire de chimie de Montpellier qui pourrait nous fournir des molécules organiques capables de s'accrocher aux structures plasmoniques dans le but de

déterminer par exemple la concentration d'alcool dans un liquide. Telles sont les futures applications visées par le laboratoire.

2. Impacts personnels

J'envisage par ailleurs d'effectuer un **post-doctorat à l'étranger**. A court terme, j'aimerais découvrir d'autres pays et/ou cultures en exerçant dans le domaine de la recherche. L'idée de changer de pays/continent pour mon travail est enthousiasmante pour moi.

Le doctorat m'ouvre la voie au métier **d'enseignant chercheur ou d'ingénieur Recherche et Développement** au sein d'une entreprise. J'ai appris à travailler dans le monde de la recherche. Je sais désormais travailler en équipe et collaborer avec des personnes extérieures dans le cadre d'un projet scientifique. Le côté ingénieur m'intéresserait beaucoup car j'ai développé au cours de ces trois ans un goût prononcé pour la fabrication et le développement des procédés. Ce sont des tâches qui demandent de la rigueur dans la mise en œuvre et je me sens à l'aise dans ce genre d'activités.

Je suis aussi intéressée par la **Physique pour le biomédical**. Les appareils utilisés dans le médical de type rayons X, scanner ou IRM sont pilotés par du personnel ayant un bon bagage en physique des matériaux et de l'interaction lumière-matière. Je pourrais, grâce à ma formation de physicienne, intégrer ce genre d'équipe.

A plus long terme, je voudrais avoir une activité professionnelle stable au sein d'entreprises implantées au Gabon. Il y a des entreprises spécialisées dans le l'énergie hydro-électrique, la pétrochimie ou encore les télécommunications. Je pourrais y exercer les métiers d'ingénieur ou de chef de projet. Parallèlement, j'aimerais à long terme créer une activité commerciale dans mon pays. La création d'entreprise reste un domaine qui m'attire et qui me permettrait d'acquérir d'autres compétences et d'autres connaissances enrichissantes pour moi.

	Les atouts	Les limites
Post doctorat	<ul style="list-style-type: none"> -Secteur public -Opportunité de travailler à l'étranger -Connaissance du domaine de la recherche 	-Emploi à court terme
Ingénieur Recherche et Développement	<ul style="list-style-type: none"> -Emploi stable à long terme -Sécurité de l'emploi 	-
Création d'une petite entreprise au Gabon	<ul style="list-style-type: none"> -Connaissance de l'environnement du travail -Bonnes perspectives d'avenir 	<ul style="list-style-type: none"> -Peu de connaissances en gestion d'entreprise -Domaine novateur

« Valorisation des compétences, NCT »

Ophélie ROBINEAU

Et si on élevait des porcs en ville ?



20 juin 2013

Sujet académique de la thèse : **maintien de l'agriculture urbaine dans la ville de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) : quel rôle des arrangements informels entre acteurs ?**

Encadrants : Christophe Soulard (INRA), Patrick Dugué (CIRAD)

Ecole doctorale : ED 60

Organisme de rattachement : CIRAD

Date de soutenance prévue : décembre 2013

Mentor formation NCT : Delphine Bahri

POURQUOI UNE THESE ? POURQUOI SUR L'AGRICULTURE URBAINE EN AFRIQUE ?

Comprendre **comment l'agriculture se maintient au sein d'un espace urbain** a priori non favorable s'inscrit dans la continuité d'une démarche intellectuelle débutée lors d'un travail de Master sur les interactions agriculture-environnement en Colombie. Mon mémoire de fin d'études m'a permis de travailler sur une situation où l'agriculture se pratique sur un páramo - un espace défini comme réservoir d'eau et de biodiversité -, où, aux yeux des autorités environnementales, toute activité agricole doit être bannie. Là, l'agriculture et la préservation des ressources naturelles semblaient incompatibles et inconciliables dans l'espace. Pourtant, c'est à travers les pratiques des agriculteurs et la compréhension de leurs logiques d'utilisation de l'espace qu'il me semblait possible de trouver des solutions, des arrangements sociaux et spatiaux, permettant d'aller au-delà d'une séparation spatiale stricte des espaces agricoles et des espaces de préservation des ressources naturelles.

Quand l'opportunité m'a été donnée de réaliser ma thèse sur l'agriculture urbaine à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso, voir figure ci-contre), je n'y ai pas vu une rupture dans l'objet de recherche, mais une continuité. D'interactions agriculture-environnement, j'allais passer aux interactions ville-agriculture, toutes aussi complexes. La ville, l'agriculture, deux « milieux » dont les préjugés quant à leur incompatibilité sont répandus tant dans les pays du Nord que du Sud. L'« agriculture urbaine »... un oxymore qui souligne à lui-même toute la complexité du sujet. Agriculture et ville sont souvent considérées comme fonctionnellement complémentaires, mais spatialement incompatibles.



Figure 1. Localisation de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso

A l'instar de mon cas d'étude colombien, cet antagonisme apparent semblait cacher une multitude de logiques d'acteurs, de pratiques spatiales et d'interactions entre ville et agriculture révélatrices de leur possible compatibilité. En effet, si l'agriculture urbaine existe, c'est parce-que les agriculteurs arrivent à conduire leurs activités agricoles dans un milieu urbain a priori hostile : mais comment y arrivent-ils ? Cette première question m'apparaissait déjà passionnante. En effet, je m'attache à **mettre en évidence les stratégies d'acteurs souvent ignorées et méconnues** et qui pourtant marquent par leur ingéniosité. Ayant grandi dans une zone reculée du Sénégal oriental, j'ai à cœur de travailler sur ces sujets à propos d'agriculture et d'agriculteurs des pays du Sud.

Après une expérience dans le développement agricole en Equateur, au Lesotho et en Colombie, via des stages en ONG, j'ai décidé de réaliser une thèse afin de pouvoir par la suite travailler à **l'interface entre la recherche et le développement**, tout en ayant une bonne connaissance des deux milieux et de leur fonctionnement. J'ai en effet réalisé que la conduite d'une recherche appliquée pour le développement est une condition nécessaire à la mise en œuvre d'un projet adapté aux problématiques et aux réalités locales. C'est donc toujours en gardant un pied dans le développement que je suis entrée dans le monde de la recherche.

LE THEME DE RECHERCHE DE LA THESE

A partir des Indépendances de 1960, le continent africain s'est fortement urbanisé. Mais contrairement aux pays occidentaux, cette urbanisation n'a pas été due au développement industriel mais à une opportunité nouvelle pour les populations africaines d'habiter dans ces villes dont l'accès a longtemps été verrouillé par les colons. Aujourd'hui, la croissance des villes africaines reste soutenue, mais elles ne sont pas capables d'absorber toute cette nouvelle main-d'œuvre. Dans ce contexte, le développement d'activités agricoles en ville est un moyen de générer des revenus pour ces citoyens en quête d'emploi, qui la pratiquent comme activité principale ou secondaire.

Bien que la croissance urbaine soit à l'origine du développement de l'agriculture urbaine, elle est aussi source de bien des contraintes à la fois foncières et réglementaires. En effet, les terres agricoles sont perçues comme des réserves de terres constructibles, et les réglementations qui s'appliquent en ville sont souvent défavorables aux productions agricoles - qu'elles soient végétales ou animales - à cause de leur caractère trop « rural » ou « polluant ».

Depuis que les Nations Unies ont mis en évidence, dans les années 1980, le rôle potentiel de l'agriculture urbaine dans la réduction de la pauvreté, les recherches sur ce thème se sont multipliées afin de comprendre comment appuyer ces activités afin qu'elles se maintiennent en ville. Ces recherches ont notamment porté sur les problèmes fonciers - via l'intégration de l'agriculture urbaine dans les politiques publiques -, les aspects techniques liés à la pollution (réutilisation des eaux usées et des déchets urbains), et les filières d'approvisionnement en produits agricoles par rapport à la question de la sécurité alimentaire des villes.

Devant le constat de l'importance des activités agricoles dans les villes africaines, mon travail est parti d'une question simple : comment, malgré les contraintes urbaines, l'agriculture urbaine se maintient-elle ? Mais cette question simple cache une problématique plus complexe...

Pour définir ma manière d'étudier l'agriculture urbaine et son maintien, je me suis basée sur la définition de Luc Mougeot (chercheur au CRDI, Canada), un des précurseurs des recherches sur l'agriculture urbaine : il explique que l'agriculture urbaine s'intègre dans le système écologique et économique urbain via des interactions fortes avec la ville, et que l'intégration sociale, spatiale, politique et économique est gage de son maintien, autrement dit de sa durabilité dans le temps et dans l'espace.

C'est donc via les **interactions ville-agriculture** et leur rôle dans le maintien de l'agriculture que j'ai choisi d'étudier l'agriculture urbaine dans la ville de Bobo-Dioulasso, au Burkina Faso. En effet, dans un contexte urbain contraignant, les agriculteurs urbains doivent constamment s'adapter et s'articuler au milieu urbain pour pouvoir continuer à conduire leurs activités : c'est donc en prenant le parti de m'intéresser aux pratiques des agriculteurs en ville et à leur ancrage social et spatial dans la ville que j'ai entrepris de réaliser ma thèse.

La finalité de cette recherche est double : 1) il s'agit tout d'abord de souligner comment des interactions fortes entre la ville et l'agriculture, via les relations sociales des agriculteurs, peuvent jouer en faveur (ou en défaveur) du maintien de l'agriculture (par exemple : mise en évidence de l'existence de réseaux informels d'approvisionnement en fumure organique, qui est l'intrant clé pour

le maraîchage urbain), 2) ces interactions existent grâce à une proximité spatiale et sociale entre acteurs et à une organisation particulière de l'espace découlant de décisions d'aménagement ou d'absence d'aménagement : mes résultats visent à éclairer des leviers d'actions possibles pour **penser l'aménagement urbain** en prenant en compte l'existence de ces interactions qui sont cruciales pour la conduite d'activités agricoles en ville.

Cette recherche se veut donc résolument appliquée et s'ancre dans une problématique de terrain et une demande - de la part des acteurs municipaux - d'une meilleure connaissance du fonctionnement de l'agriculture urbaine.

ORIGINE DU PROJET DE THESE

C'est aussi via des interactions que mon projet de thèse est né : des interactions scientifiques entre deux centres de recherche (l'INRA et le CIRAD), à travers l'interaction entre deux équipes de recherche de l'UMR Innovation : l'équipe IT (Innovations Territoriales), et l'équipe SPACTO (Systèmes de production agricole et changements techniques et organisationnels). Alors que les recherches de l'équipe IT se focalisent surtout sur l'agriculture en milieu urbain et périurbain dans la zone méditerranéenne, l'équipe SPACTO travaille plutôt sur les systèmes de production dans les pays du Sud, et plus particulièrement en Afrique de l'Ouest.

Mon sujet de thèse est donc à l'interface entre les deux équipes, puisque je travaille sur un thème de l'équipe IT sur un terrain SPACTO. Ma thèse a pour origine une volonté de rapprocher le travail des deux équipes et les thèmes de travail du CIRAD et de l'INRA.

Dans les faits, je suis plutôt rattachée à l'équipe IT, avec laquelle je partage les thèmes de recherche. Cependant, mon sujet sort du cadre méditerranéen sur lequel se focalise l'équipe, ce qui permet d'ouvrir un regard plus au Sud et d'initier des comparaisons entre villes méditerranéennes et villes africaines.

La discipline de ma thèse est la **géographie**. Mais étant **agronome** de formation, je mobilise aussi fortement les compétences agronomiques pour la compréhension de l'agriculture urbaine de Bobo-Dioulasso. J'ai donc des contacts réguliers à la fois avec des géographes, des agronomes, mais aussi des **sociologues** ou des **géomaticiens** pour mener à bien ce projet.

DEROULEMENT, GESTION ET COUT DU PROJET

CADRAGE DU PROJET DE RECHERCHE, FACTEURS DE SUCCES, ET FACTEURS DE RISQUE

Le projet de recherche proposé au départ était assez large : il visait à étudier les liens ville-agriculture dans une perspective de recherche sur la durabilité de l'agriculture urbaine dans la ville de Bobo-Dioulasso, au Burkina Faso. Le fait que le sujet soit initialement large avait pour but de construire la problématique de recherche en fonction des réalités de terrain, répondant à une problématique émergente des préoccupations locales. Ceci présentait donc un facteur d'incertitude sur la manière dont allait se dérouler la thèse.

Après trois mois de bibliographie conséquente sur l'agriculture urbaine africaine, je suis partie une première fois sur le terrain pendant 5 mois afin de confronter mes lectures et mes hypothèses aux

réalités du terrain et avoir première phase d’immersion. La première phase de terrain m’a permis 1) de réaliser que mon sujet de recherche s’ancre dans des dynamiques et des réflexions actuelles quant au maintien de l’agriculture urbaine et sa prise en compte dans l’aménagement urbain de Bobo-Dioulasso, 2) de conduire une première série de 50 enquêtes avec des acteurs divers afin d’avoir une vision assez globale des différents acteurs en présence et des problématiques de terrain et 3) de me faire connaître auprès des acteurs locaux et de commencer à établir un réseau de relations nécessaires à la conduite de ce projet.

A l’issue de cette première phase de terrain, j’ai pu affiner l’objet de ma recherche. En effet, j’ai réalisé que malgré une préoccupation montante pour la question du maintien et de l’appui à l’agriculture urbaine, les pratiques des agriculteurs et les liens informels qu’ils développent pour conduire leurs activités sont très nombreux mais visiblement peu connus par les acteurs institutionnels. J’ai donc décidé de comprendre **comment, à travers des arrangements informels entre acteurs, les agriculteurs se maintiennent en ville, et comment les acteurs institutionnels perçoivent, appuient ou ignorent ces arrangements et les prennent en compte dans les projets d’appui à l’agriculture urbaine.**

Tableau 1 Evaluation des facteurs de succès et de risque du projet

Facteurs de succès	
Les chercheurs qui suivent mon travail ainsi que les membres de l’équipe ont des connaissances pointues dans le domaine de l’agriculture urbaine. Les méthodes d’analyse qu’ils mettent en œuvre m’ont servi de référence pour mettre au point ma méthode de recherche	
La thématique du maintien de l’agriculture urbaine est d’actualité à Bobo-Dioulasso. J’ai donc réalisé ma thèse dans un contexte propice à la recherche sur ce thème, avec un intérêt affiché des acteurs du terrain pour les résultats de ma thèse : j’ai bénéficié d’un très bon accueil et d’un appui à Bobo-Dioulasso	
Mon projet de recherche est co-financé par le CIRAD (département ES) et l’INRA (Département SAD). Par ailleurs, le CIRAD finance chaque année les déplacements et le logement sur le terrain et octroie un budget annuel permettant de couvrir tous les autres frais de fonctionnement de la thèse	
Facteurs de risque	Moyens mis en œuvre
Projet de recherche dans une nouvelle discipline, la géographie, alors que je suis moi-même agronome de formation	Encadrement du projet de recherche par des chercheurs de disciplines différentes et sollicitations de chercheurs extérieurs pour les comités de thèse
Question de recherche initiale large sur un nouveau terrain de recherche	Affinement du projet par rapport aux problématiques de terrain (connaissance approfondie du terrain de recherche) et délimitation pour qu’il soit faisable en 3 ans. Sollicitation de chercheurs externes connaissant le Burkina Faso
Projet de recherche non intégré dans un programme de recherche plus large	Collaborations informelles ayant débouché sur des communications à des colloques. L’indépendance du projet a aussi pour avantage de laisser une grande autonomie quant aux choix réalisés au cours du projet
Pas d’encadrement scientifique sur le terrain	Réunions de suivi réalisées sur le terrain avec des chercheurs, visite des encadrants français sur le terrain et retours réguliers en France

DEROULEMENT : ENTRE LA FRANCE ET LE BURKINA FASO

L'ancrage du sujet dans les problématiques de terrain nécessitait de passer beaucoup de temps à Bobo-Dioulasso afin d'être immergée dans le terrain et d'en avoir une compréhension fine. Un planning a donc été établi afin de concilier sur 3 ans le recueil des données de terrain au Burkina et les retours en France.

- **Les séjours au Burkina Faso**

En tout, j'ai passé 11 mois à Bobo-Dioulasso. Ces 11 mois ont été découpé en trois sessions de terrain : une première de 5 mois en 2011, une seconde de 4 mois en 2012 et une session de 2 mois en 2013.

Les phases de terrain visaient à recueillir un ensemble de données par des observations de terrain, des enquêtes (plus de 150 enquêtes ont été réalisées auprès d'agriculteurs et d'éleveurs urbains, des agents de différents services municipaux, des agents d'encadrement agricole et des élus), et l'analyse de documents d'aménagement. J'étais accueillie institutionnellement par le CIRDES (Centre International de Recherche Développement sur l'Élevage en Zone Sub-Humide), qui est partenaire du CIRAD. Ceci m'a permis d'avoir un ancrage institutionnel local et d'avoir un appui dans les premières prises de contact avec des acteurs locaux.

Pendant ces 11 mois, j'ai travaillé quotidiennement avec un interprète burkinabé qui a non seulement assuré la traduction lors de la conduite des entretiens avec des agriculteurs, mais a aussi été un accompagnateur de terrain qui m'a appuyé pour la prise de contact et la pérennisation de ces contacts avec les acteurs locaux même lorsque j'étais en France.

Lors de ma deuxième phase de terrain, j'ai accueilli un stage collectif de 18 étudiants en Master 2 suivant la formation RESAD à l'Institut des Régions Chaudes. Ils ont réalisés pendant 10 jours des enquêtes auprès d'agriculteurs pour m'appuyer dans la collecte de données : j'ai co-encadré et co-organisé ce stage avec des professeurs de l'IRC.

Afin de communiquer mes résultats aux acteurs locaux et de les mettre en débat, j'ai organisé deux restitutions : une à l'issue du stage collectif des étudiants et l'autre à l'issue de ma deuxième phase de terrain.

- **Les retours en France**

Mes retours en France me permettaient de prendre du recul par rapport à mon terrain de recherche, d'analyser mes résultats et de participer activement à la vie scientifique de mon laboratoire de recherche – par la participations aux réunions d'équipe et de l'UMR, l'organisation de séminaires scientifiques, et l'organisation de rencontres de doctorants - et dans d'autres communautés scientifiques, par la participation à des colloques. C'était aussi le moment où je pouvais bénéficier de formations nécessaires à la conduite de mon projet de recherche.

Tout au long de ma thèse, j'ai bénéficié de l'appui de deux chercheurs : un géographe (Christophe Soulard, INRA) et un agronome (Patrick Dugué, CIRAD), qui m'ont accompagnée dans mon projet de recherche et dont l'ancrage disciplinaire différent m'a permis de mener une recherche résolument

ancrée dans la géographie, tout en gardant un pied dans les sciences agronomiques. Par ailleurs, deux comités de thèses ont été organisés à la fin de la 1^{ère} et de la 2^{ème} année, afin d'élargir cet encadrement à des chercheurs d'autres unités de recherche et d'autres disciplines. Ces comités ont été des temps forts de la thèse ; ils m'ont permis d'ouvrir les perspectives de ma recherche tout en la cadrant, et d'établir des objectifs réalistes.

ACTIVITES CONJOINTES EN FRANCE

Afin de communiquer sur mes travaux de recherche et leurs résultats, j'ai participé à différents colloques. Le fait que je maîtrise l'anglais à la fois oral et écrit m'a permis de présenter mes résultats dans des colloques à la fois en France¹ mais aussi en Angleterre², en Italie³ et en Allemagne⁴.

La participation aux colloques m'a aussi amenée – suite à la rencontre avec un chercheur anthropologue - à intervenir dans un cours de Master 2 à Genève, à l'Institut des Hautes Etudes Internationales et du Développement, sur les dynamiques foncières et agricoles dans la frange urbaine de Bobo-Dioulasso. Par ailleurs, j'ai aussi eu l'occasion de donner des cours à des Master 2 à l'Université Montpellier 3 sur la définition du périurbain en Afrique, et d'encadrer des travaux de groupes à l'Institut des Régions Chaudes de Montpellier SupAgro.

Pendant mes deux premières années de thèse j'ai assumé le rôle de représentante des doctorants de mon unité de recherche ; nous étions 2 doctorantes à avoir ce rôle. J'ai passé la main en 3^{ème} année pour me consacrer complètement à la rédaction du manuscrit. En tant que représentantes des doctorants :

- nous relayions les informations entre les doctorants et la direction de l'unité : ceci impliquait aussi une négociation avec la direction à propos des droits des doctorants et de la reconnaissance de leur statut au sein de l'UMR,
- nous organisions une fois par an des rencontres de 2 jours entre les doctorants de l'unité pour échanger sur nos projets de recherche et le déroulement des thèses,
- nous organisions une fois par an un séminaire scientifique pour l'ensemble de l'unité de recherche, en faisant intervenir à la fois des chercheurs et des doctorants.

Pour me permettre d'échanger avec des doctorants conduisant des recherches en géographie sur l'agriculture dans des pays du Sud, mes encadrants - en partenariat avec d'autres chercheurs géographes - ont organisé une rencontre entre doctorants en janvier 2012, à l'université de Nanterre. Par la suite, j'ai pris en main l'organisation des deux rencontres suivantes, à Nanterre en juin 2012 puis à Montpellier en octobre 2012 et nous avons constitué un groupe d'échange nommé ADAU-Géo (Ateliers de Doctorants en Géographie travaillant sur l'Agriculture Urbaine). Ces échanges ont débouché sur la rédaction d'un article avec deux autres doctorants, Julia Tichit et Thomas Maillard, conduisant respectivement des recherches à Dakar et à Manille ; l'article intitulé

¹Journées Doctorales du Foncier – Montpellier, octobre 2012, CANAL 2013 – Montpellier, octobre 2012, Nature en ville – Strasbourg, mai 2013

² AESOP – Cardiff, octobre 2011

³ Conference Spaces and Flows - Prato, novembre 2011

⁴ IGC (International Geographical Conference) - Cologne, août 2012, AESOP - Berlin, novembre 2011

« S'intégrer pour se pérenniser : pratiques d'agriculteurs urbains dans trois villes du Sud » a été soumis à la revue *Espaces et Sociétés*.

Enfin, au cours de mes trois années de thèse j'ai suivi différentes formations afin d'améliorer mes compétences dans différents domaines et notamment :

- des formations pour la rédaction d'articles scientifiques en anglais (date)
- une formation pour maîtriser le logiciel QGIS
- la formation Valorisation des Compétences de la Thèse (ex-NCT) de février à juin 2013

J'ai représenté sur la figure 2 suivante le calendrier des activités sur 3 ans.

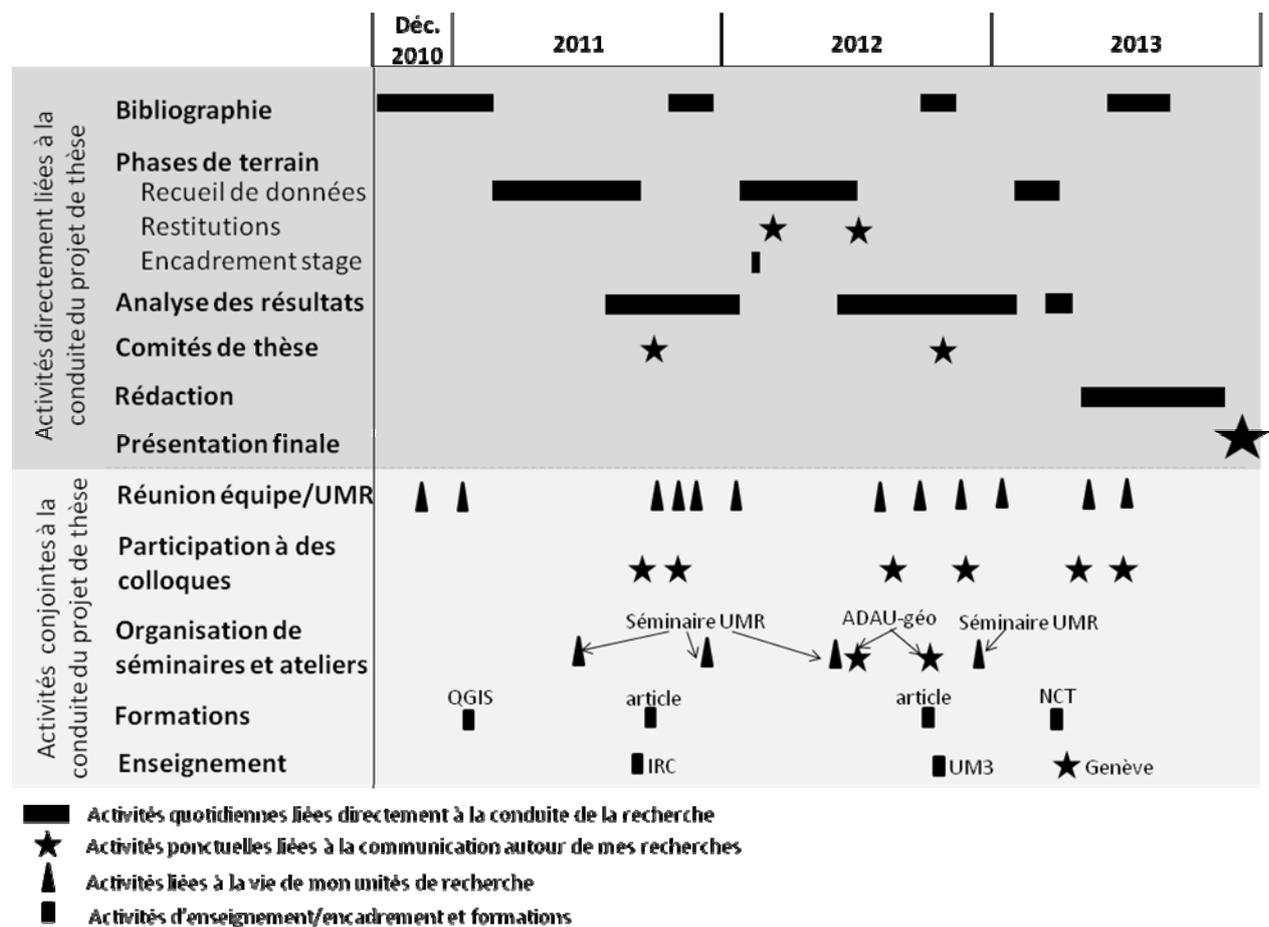


Figure 2 Calendrier des activités conduites au cours des 3 ans de conduite du projet de recherche

COUT DE LA THESE

Mon salaire pour conduire le projet de thèse est co-financée par le département Sciences et Sociétés (ES) du CIRAD (50%), et par le département Sciences pour l'Action et le Développement de l'INRA (50%). Le CIRAD prend en charge un aller-retour par an sur le terrain de recherche, les frais de logement sur place, ainsi que mon inscription à l'université.

A cela s'ajoute un budget annuel de 3.000 € alloué par le CIRAD ES aux doctorants pour couvrir les frais de fonctionnement de la thèse : je gère moi-même ces 3.000 € de budgets en les répartissant entre les frais de terrain (achat d'une moto pour me déplacer sur place, salaire de l'interprète, essence, bus et fournitures diverses), la participation à des colloques et l'achat de documentation.

L'école doctorale ED 60 ainsi que l'Institut des Régions Chaudes de Montpellier Supagro ont aussi participé au financement de mon projet de recherche : l'école doctorale a financé des formations, et l'Institut des Régions Chaudes a co-financé le stage collectif d'étudiants qui a eu lieu au Burkina Faso sur mon terrain de recherche.

Les différents postes de dépense ainsi que les montants sont indiqués dans le tableau 2 (le détail figure en annexe).

Tableau 2 Montant des différents postes de dépense

Poste	Montant
Ressources humaines	88.029 €
Fournitures et infrastructures	5.450 €
Frais de terrain au Burkina Faso	18.172,5 €
Participation à des colloques	3.094 €
Formations et inscription à l'université	2.139 €
MONTANT TOTAL	116.884,5 €

COMPETENCES PROFESSIONNELLES ET QUALITES PROFESSIONNELLES

DOMAINES D'EXPERTISE ET COMPETENCES SCIENTIFIQUES

Grâce à ce projet de recherche, international et pluridisciplinaire, j'ai pu élargir mes compétences dans différents domaines :

- **l'agriculture urbaine**, phénomène complexe et multidimensionnel
- **l'aménagement agri-urbain** dans un contexte africain
- les **situations d'interaction** positives entre deux milieux et deux dynamiques *a priori* contradictoires
- plus généralement, **l'aménagement du territoire** et les **situations de concertation** entre acteurs

J'ai aujourd'hui acquis une **capacité d'analyse et de synthèse** ainsi qu'un **esprit critique** dans les réflexions sur des problématiques de recherche.

Par ailleurs, la **communication scientifique** de mes résultats m'a permis de développer mes capacités rédactionnelles à la fois en anglais et en français. J'ai eu l'occasion de communiquer mes résultats pour des publics variés et sur des supports différents (articles, rapports, courts résumés de synthèse), pour des publics variés (chercheurs, professionnels du développement, grand public).

Tout au long de ma thèse, j'ai réalisé une **veille documentaire en plusieurs langues** afin de me tenir informée des nouveautés concernant mon thème de recherche.

J'ai manipulé un **GPS et un logiciel de traitement l'information géographique (QGIS)**, avec lesquels je suis maintenant familière. J'ai pu réaliser toute une série de cartes permettant de géo-localiser les activités agricoles en ville et de mettre en parallèle les dynamiques agricoles et les dynamiques d'urbanisation. Ces outils sont essentiels pour mettre en image toute problématique d'aménagement, facilitant ainsi les discussions entre acteurs.

Par ailleurs, mon expérience professionnelle dans et hors de la recherche m'a amenée à conduire un grand nombre d'entretiens auprès d'acteurs. J'ai maintenant une compétence affirmée dans l'élaboration et la conduite d'enquêtes de terrain. En plus des méthodes d'enquêtes en **agronomie**, j'ai utilisé des méthodes de **sociologie** dans la conduite de mes enquêtes de terrain, qui visent à comprendre finement les différentes positions des acteurs, leur vision d'un problème particulier ainsi que les raisons qui les amènent à développer différentes stratégies quant à l'utilisation d'un territoire.

COMPETENCES GENERALES EN GESTION DE PROJET

Une grande confiance m'a été accordée dès le début de mon travail. J'ai géré de façon **autonome** mon projet et l'organisation des différentes phases de terrain. J'ai **planifié et géré logistiquement** les différentes étapes de mon travail en accord avec mes encadrants, tout en **respectant le budget** qui m'a été alloué. Etant une personne **organisée, déterminée et consciencieuse**, je me suis donnée les moyens de mener à bien mon projet **dans les délais fixés**.

J'aime le **travail en collaboration** avec d'autres chercheurs et j'ai **initié des partenariats** avec des doctorants travaillant sur le même thème que moi et avec des chercheurs de mon laboratoire.

Douée d'une bonne **capacité d'écriture**, j'ai rédigé régulièrement des rapports d'étape pour mes encadrants et pour les départements de recherche finançant mon projet. J'ai par ailleurs développé mes **capacités de communications orales et écrites** en plusieurs langues – je maîtrise à la fois l'anglais et l'espagnol : la communication et le transfert de connaissances, à la fois au sein de l'UMR comme dans différents milieux scientifiques, me semble un aspect fondamental du métier de chercheur.

Ne parlant pas le dioula (langue parlée dans le Sud Ouest du Burkina Faso), j'ai travaillé pendant mes 11 mois de terrain avec un interprète burkinabé, avec qui j'ai pu **apprendre les bases d'une nouvelle langue, le dioula** : ces bases m'ont été nécessaires pour comprendre l'essentiel des discussions et participer à ma meilleure intégration sur mon terrain de recherche.

L'accueil et l'**encadrement** d'un stage collectif d'étudiants sur mon terrain de recherche a été une expérience très stimulante : il fallait à la fois leur faire découvrir en un temps limité toute la

complexité du terrain de recherche, **établir une méthode et encadrer un travail** adaptée à leur formation, les délais et les attentes, et les accompagner dans le traitement des données. D'un autre côté, il fallait **gérer les relations** entre les stagiaires et les acteurs locaux.

J'accorde une grande importance au relationnel : mon **caractère sociable** m'a permis d'établir des relations saines et durables sur mon terrain de recherche, propice au bon déroulement des enquêtes de terrain et à l'ancrage de ma recherche dans les dynamiques locales.

En France, ce côté relationnel, couplé à mon **dynamisme** et à mon **enthousiasme** pour **l'organisation d'évènements collectifs et leur animation**, m'a naturellement amenée à prendre en charge divers évènements scientifiques et sociaux au sein de mon unité de recherche mais aussi dans d'autres arènes scientifiques.

QUALITES PERSONNELLES

Durant ces trois années de travail j'ai renforcé mes qualités personnelles. **Autonome, déterminée et persévérante**, j'ai su **m'adapter** à un contexte de travail nouveau, tant en France qu'à l'étranger pour mener à bien mon projet, en collaborant avec des personnes de différents horizons culturels et professionnels.

En Afrique, le manque de données existantes (bibliographiques, statistiques) m'ont incitée à **innover** pour collecter les données nécessaires à la conduite de ma recherche. J'ai pu comprendre finement le terrain sur lequel je travaillais grâce à une **grande curiosité**.

Appréciant le travail collectif, ma **réactivité** et mon **dynamisme** et ma propension à **prendre des initiatives** m'ont amenée à mener l'organisation et l'animation de différents réunions et séminaires scientifiques. Les travaux de groupe sont pour moi des situations de travail stimulantes, qui permettent de plus de tisser des relations durables avec des personnes que j'ai côtoyées pendant 3 ans. Mon rôle de représentante des doctorants m'a aussi amenée à **négoier** avec la direction de l'UMR.

CONSTRUCTION D'UN RESEAU PROFESSIONNEL

Au cours de ma thèse, mon engagement dans l'organisation de réunions et de différents séminaires au sein de l'UMR ont participé à me faire connaître des différents membres de mon unité de recherche.

Ce travail m'a aussi permis de multiples rencontres avec des chercheurs et des professionnels du développement de différents horizons, notamment lors de participation à des colloques ou lors des comités de thèse. J'ai **consolidé ces liens** en établissant des collaborations au-delà de mon strict travail de thèse et en gardant les personnes informées de l'avancée de mon travail de thèse.

En parallèle de mon projet de recherche, j'ai aussi **développé un réseau professionnel** via un engagement dans une association dans laquelle je suis en lien régulier à la fois avec des chercheurs, des professionnels du développement et des élus.

RESULTATS DE LA THESE : A LA FOIS SCIENTIFIQUES ET APPLIQUES

Du point de vue scientifique ma recherche permet d'approfondir la connaissance de l'agriculture urbaine en Afrique, et notamment ses aspects informels. Je me place à contrepied du positionnement euro-centré longtemps adopté par les urbanistes occidentaux s'intéressant aux villes d'Afrique : cette posture admet que l'informel fait partie de la ville africaine et participe au développement urbain, et je place **l'agriculture urbaine comme un moyen de penser l'aménagement urbain africain**. En questionnant la place des interactions dans le maintien de l'agriculture urbaine, mes résultats de recherche apportent **un nouveau regard sur l'analyse des liens ville-agriculture et de la durabilité de l'agriculture urbaine**.

De ceci découle l'application des résultats de la thèse. Au cours de mes différents séjours à Bobo-Dioulasso, j'ai été en contact régulier avec des agents municipaux actifs sur les questions d'agriculture urbaine. Nous avons régulièrement discuté de mes résultats de recherche et ils ont manifesté leur intérêt vis-à-vis de ces résultats pour appuyer leur argumentaire lors d'actions de plaidoyer auprès des élus et des personnes menant des réflexions sur l'aménagement urbain. Par mes résultats, je questionne l'avenir de l'agriculture urbaine à Bobo-Dioulasso dans le processus actuel d'urbanisation ; j'ai émis et discuté des **propositions d'aménagement** sur la base de mes résultats avec des élus municipaux.

PISTES PROFESSIONNELLES : ETRE A L'INTERFACE ENTRE LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT

Attachée à comprendre finement des problématiques locales pour accompagner des dynamiques de développement agricole, je désire continuer à exercer une activité de recherche appliquée. Je m'identifie à des postes à l'interface entre la recherche et le développement, en étant soit ancrée côté recherche, soit ancrée côté développement.

Côté recherche, je vise un poste de chargé de recherche dans un centre de recherche international, conduisant des recherches appliquées sur le développement agricole et l'aménagement du territoire.

Côté développement, j'aimerais occuper un poste de coordinateur de projet dans une structure associative (ONG) ou publique (collectivité territoriale) et travailler dans l'accompagnement des acteurs locaux dans le développement territorial, en restant centrée sur des thématiques agri-urbaines et en assurant l'interface avec des structures de recherche appliquée.

Une autre piste professionnelle est le travail dans un bureau d'étude pour réaliser des expertises sur l'aménagement du territoire et plus spécifiquement les aménagements agri-urbains.

Par ma formation initiale (ingénieure agronome, spécialisée en agronomie tropicale et l'aménagement du territoire), par le caractère pluridisciplinaire de mon travail de thèse et par l'expérience que j'ai acquise en termes d'aménagement agri-urbain, je pense avoir un champ de connaissances techniques et scientifiques me permettant de travailler dans les trois secteurs d'activité mentionnés ci-dessus.

Je présente dans le tableau suivant les avantages, inconvénients et mes atouts pour chaque poste.

Tableau 3. Avantages, inconvénients et mes atouts par type de poste visé

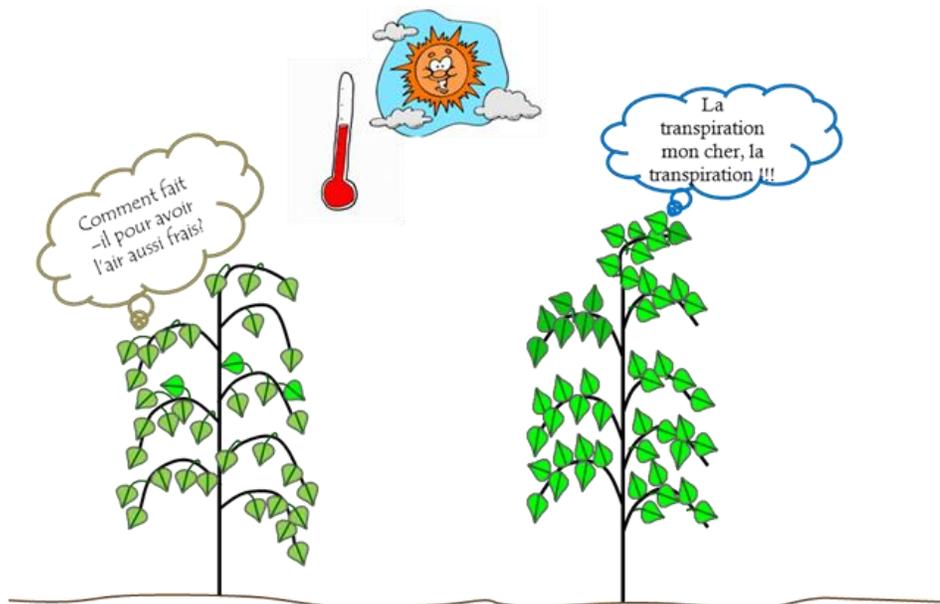
	Avantages	Inconvénients	Mes atouts pour le poste
Chargé de recherche	<ul style="list-style-type: none"> -Possibilité d'évolution et d'ouverture des thèmes de recherche et des collaborations -Consolidation des connaissances dans un domaine et une discipline -Grande souplesse du travail -Indépendance -Stimulation intellectuelle -Poste fixe -Possibilités de collaborations internationales et d'expatriation 	<ul style="list-style-type: none"> -Peu de temps pour le travail de terrain -Accès difficile à un poste 	<ul style="list-style-type: none"> -Organisée -Force de proposition -Capacité d'adaptation (expatriation, travail interdisciplinaire) -Autonome -Capacité de rédaction et de communication -Capacités relationnelles et goût pour le travail en équipe -Dynamique et goût pour l'animation -Curieuse et passionnée -Esprit critique
Coordinateur de projet	<ul style="list-style-type: none"> -Travail en prise avec le terrain -Impact visible du travail sur le terrain -Métier varié impliquant des collaborations avec des acteurs divers -Travail avec du challenge et des négociations 	<ul style="list-style-type: none"> -Missions chronophages (recherches de financements...) -Dépendance aux bailleurs 	<ul style="list-style-type: none"> -Dynamique -Goût pour l'animation et le travail en collaboration -Organisée et efficace -Soucieuse de la qualité du projet mis en œuvre -Capacités relationnelles -Capacité à vulgariser
Expertise dans un bureau d'étude	<ul style="list-style-type: none"> -Diversité des missions -Collaborations avec des acteurs différents -Indépendance 	<ul style="list-style-type: none"> -Enchaînement de missions de court terme 	<ul style="list-style-type: none"> -Consciencieuse sur la qualité des rendus -Rigueur de travail -Capacité de rédaction -Capacité d'analyse et esprit de synthèse -Capacités relationnelles

ANNEXE : ESTIMATION DU COÛT TOTAL DU PROJET DE THESE

	Détails		Coûts totaux		
		Nombre d'unités	Coût unitaire moyen	Quote-part utilisation	TOTAL (en euros)
Ressources humaines	<i>Salaire + CP</i>				
Doctorant	2.131	36		1	76.716 (CIRAD, INRA)
Encadrant 1	4.070	36		0,035	5.128,2 (INRA)
Prime encadrement					
Encadrant 2	3.840	36		0,035	4.838,4 (CIRAD)
Prime encadrement					
Salaire encadrement 3	3.740	36		0,01	1.346,4 (UM3)
Prime encadrement					
Autres personnes (réunions, secrétariat)	2.200	36		0,01	792 (CIRAD, INRA)
Sous-total RH					88.029 €
Fournitures et infrastructure	Dépenses par mois				
Consommables quotidiens et infrastructure (loyer)	100	36		1	3600 (100% UMR Innovation)
Achat de livres			650		650 (100% CIRAD ES)
Matériel (GPS, Ordinateur portable)			1.200	1	1200 (100% CIRAD ES)
Sous-total fournitures et infrastructures					5.450 €
Frais de terrain	<i>Transport</i>	<i>Frais sur place</i>			
Frais de terrain Burkina Faso (3 terrains)	2.743	6.053			8796 (100% CIRAD ES)
Visite encadrant 1					
Frais stage collectif 18 étudiants	15.063	2.690		0,5	9376,5 (57% Institut des Régions Chaudes, 23% UMR Innovation, 13% CIRAD ES, 7% étudiants)
Sous-total frais de terrain					18.172,5 €
Participation à des colloques	<i>Coût total</i>				
Colloques en France	330				330 (100% CIRAD ES)
Colloque à l'étranger	2.764				2764 (100% CIRAD ES)
Sous-total colloques					3.094 €
Formations et inscription en thèse	<i>Coût total</i>				
Formations	1.050				1050 (33% ED 60, 33% INRA SAD, 33% CIRAD ES)
Autre (inscription Université)		3	363		1089 (100% CIRAD ES)
Sous-total formation et inscription thèse					2.139 €
COÛT TOTAL DE LA THESE					116.884,5 €

Quand les pommiers transpirent : du verger au chromosome

Nicolas Virlet



Ecole doctorale : *Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosociences, Environnement (SIBAGHE)*

Spécialité : *Biologie Intégrative des Plantes (BIP)*

Etablissements d'enseignement supérieur de rattachement : *Montpellier SupAgro*

Unité Mixte de Recherche : *Amélioration Génétique et Adaptation des Plantes méditerranéennes et tropicales (AGAP)*

Nom du "mentor" : D. Bahri

Date probable de présentation orale du « NCT » : 21/06/2013

Sujet académique de la thèse : *Capacités d'adaptation du pommier (Malus domestica Borkh.) aux contraintes abiotiques de sécheresse et/ou de température de l'air : phénotypage d'une descendance hybride pour l'efficacité de l'eau*

Nom du directeur de thèse : J.L. Regnard

Date probable de soutenance de la thèse : Décembre 2013

I. Cadre général et enjeux de la thèse

▪ Enjeux économiques, sociétaux et techniques

Le rapport du GIEC¹ de 2008 fait état de l'incidence du changement climatique en cours depuis quelques années, qui se traduit par une **augmentation des phénomènes climatiques extrêmes** et de leurs variabilités accrues. La canicule de 2003 laisse présager les **pertes importantes** occasionnées **pour les productions végétales** qui pourraient se produire dans un avenir proche. Concernant la régularité de production de l'arboriculture fruitière française, une succession de **phénomènes climatiques défavorables** (gel, températures élevées, pluviométrie excessive) a été observé durant la dernière décennie au cours des **phases déterminantes du cycle annuel des arbres** (de la floraison à la fructification).

Dans ce contexte la filière d'arboriculture fruitière apparaît vulnérable de parts certaines de ses caractéristiques, notamment biologiques et socio-économiques. Les arbres fruitiers sont des plantes pérennes et nécessitent **plusieurs années de croissance avant la fructification** ce qui constitue une **vulnérabilité** de la filière et un fort **investissement à long terme** pour la mise en place des vergers. Les programmes de sélections actuels concernent principalement la qualité du fruit, la résistance aux bio-agresseurs et la régularité de production. Il devient nécessaire pour la filière de **prendre en compte l'adaptation climatique** aux phénomènes extrêmes. Concernant les aspects socio-économiques, des liens très étroits se sont créés entre le produit et le lieu de production pour des raisons de valorisation commerciale. La **substitution de variétés** dans le cadre de l'adaptation au climat apparaît donc **très contraignante à mettre en œuvre**, notamment d'un point de vue économique et humain.

Trois voies d'adaptations peuvent être envisagées afin de limiter l'impact du changement climatique sur la production fruitière. La première consiste en **l'amélioration des pratiques culturales** via une taille tardive, une maîtrise de la pollinisation et une irrigation de précision. L'ensemble de ces techniques permettra de limiter l'impact des changements climatiques mais ne constitue qu'une solution provisoire. La seconde voie consiste en **l'adaptation des cultures et des structures de production** en tenant compte des conditions climatiques locales. La troisième concerne **l'amélioration génétique** de certains caractères **favorisant l'adaptation et la résistance** aux nouvelles contraintes du milieu. Cette dernière voie nécessite une connaissance très poussée des mécanismes physiologiques des caractères à améliorer qui passe par la mobilisation de moyens importants allant du **phénotypage** (mesure d'un caractère) au **déterminisme génétique** (gène ou ensemble de gènes contrôlant un ou des caractères).

¹ Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat

▪ Enjeux scientifiques

A l'heure actuelle les grandes avancées dans les méthodes de séquençage produisent un grand nombre d'information sur les génomes. Le génome est l'ensemble des gènes contrôlant l'apparition ou non des caractères chez une personne ou une plante, caractère que l'on appelle phénotype (ex : couleur des yeux, taille de feuille, capacité à régulé la transpiration foliaire). Le premier objectif de ce travail de thèse vise la mise en place d'une méthodologie à haut débit de phénotypage au champ pour la mesure de transpiration foliaire. L'utilisation de l'imagerie multi-spectrale aéroportée (prise de photo par avion dans les longueurs d'onde du visible, proche infrarouge et infrarouge thermique) permettra d'appréhender le comportement transpiratoire de l'ensemble d'une descendance en ségrégation de pommiers en conditions de pleine irrigation et de contraintes hydriques plus ou moins prononcée. Le second objectif est l'analyse de la variabilité du comportement transpiratoire foliaire de cette descendance et l'identification du déterminisme génétique impliqué dans la transpiration foliaire et sa régulation.

▪ Enjeux pour l'équipe et compétences mobilisées

Ce travail de thèse est effectué au sein de l'équipe AFEF (Architecture et Fonctionnement des Espèces Fruitières) qui est intégrée à l'unité mixte de recherche AGAP (Amélioration Génétique et Adaptation des Plantes tropicales et méditerranéennes). Cette équipe possède **une forte expertise** dans le domaine de la **génétique quantitative** concernant les traits architecturaux du pommier et leur mise en place ainsi que pour l'alternance de production.

Des travaux parallèles au sein de l'équipe ont montré une variabilité du comportement transpiratoire entre 2 variétés commerciales aux ports architecturaux différents. Afin de comprendre le déterminisme génétique de la transpiration foliaire, ces travaux ont été étendus à une population en ségrégation issue du croisement entre deux autres variétés « Starkrimson » et « Granny Smith ». L'expérience a permis de mettre en évidence des régions de gènes (QTL) associées à plusieurs chromosomes contrôlant les caractères de transpiration foliaire et de photosynthèse en réponse à une sécheresse de l'air en conditions contrôlées.

Transposer ces expériences au verger en vue de sélection variétale a soulevé un certain nombre de **verrou méthodologique** et de contraintes:

1° L'étude du déterminisme génétique est une étude statistique basée sur la plus grande variabilité possible de réponse d'un caractère. Elle met en relation des données issues de cartographie du génome et des données issues de phénotypage (mesure d'un caractère donnée). **Cette approche nécessite donc un grand nombre d'individus issus d'un même croisement : population en ségrégation ou descendance.**

2° Les études sur les mécanismes de régulation foliaire en réponse à une contrainte hydrique sont généralement effectuées dans des conditions contrôlées sur des pommiers ne portant pas de fruit. Des études ont montré que la charge en fruit modifie le comportement transpiratoire de la plante. La question de la robustesse et de la fiabilité de ces expériences sur des arbres en capacité de production est donc posée. **Il est donc nécessaire de connaître la réponse transpiratoire et son déterminisme génétique sur des arbres en capacité de production pour la sélection variétale sur la tolérance ou la résistance à la contrainte hydrique.** Ce qui implique de travailler sur des pommiers en verger.

3° La mesure de la transpiration foliaire au champ sur un grand nombre d'individu par les méthodes classiques (mesure de conductance stomatique, photosynthèse...) n'est pas possible du fait du faible débit de la mesure. **La mise au point d'un outil permettant de mesurer la transpiration foliaire pour l'ensemble des arbres dans les mêmes conditions environnementales est permise par l'utilisation de l'imagerie multi spectrale aéroporté.**

Ces travaux ont pour but d'apporter **une réponse au problème du phénotypage à haut débit** pour la réponse foliaire au déficit en eau du sol. Le savoir-faire acquis pourra être proposé aux professionnels de l'arboriculture fruitière en vue **d'aide à la sélection** de nouvelles variétés. De plus l'analyse de ces données viendra compléter différents travaux effectués sur cette même population concernant l'alternance de production, le développement architectural, la conductivité hydraulique.

▪ **Situation au regard de la concurrence**

Les enjeux concernant le **phénotypage** haut débit sont importants car permettront de **mettre en relation** ces données avec celles obtenus par le **génotypage**. Le **développement de plates-formes** de phénotypage **en conditions contrôlées** ont vu le jour au cours de la dernière décennie aussi bien en France, en Allemagne qu'en Australie. Ces plates-formes sont adaptées pour les plantes annuelles ou de jeunes plants pour les espèces pérennes mais elles semblent **difficilement adaptables** pour des arbres fruitiers en âge de production. La filière des sélectionneurs en arboriculture fruitière doit donc trouver **des solutions afin d'obtenir des outils de sélections performants.**

▪ **Moi et le doctorat**

Le choix de faire un doctorat fait suite aux stages réalisés au cours du master recherche en physiologie végétale de l'Université de Caen Basse-Normandie. Le **caractère pluridisciplinaire** mis en avant lors de mes stages, apport de l'écologie et de la physiologie végétale sur des plantes

prairiales, a constitué un **fort attrait** et m'a conforter dans l'idée de garder une approche pluridisciplinaire pour mes **projets futures**. Ces stages m'ont permis d'acquérir une certaine **autonomie dans l'analyse de données** et de découvrir les **joies du travail en équipe**. N'étant **pas très à l'aise** pour exposer mes travaux à l'**oral**, ces stages ont été l'occasion de **dépasser cette appréhension**.

Fort de ces expériences et tenant compte du **caractère valorisant** de mener à terme un projet de 3 ans, de **l'apport d'une pierre supplémentaire aux connaissances** de notre environnement et l'envie de se connaître, je me suis donc tourné vers le **doctorat**. De plus bien que le doctorat fasse parti du cursus universitaire, il constitue en soi **une première expérience professionnelle** de trois ans au sein d'une équipe de recherche.

L'attrait de travailler sur des **arbres** et la **difficulté que représente le travail en conditions réelles** ont été des **facteurs déterminant** dans le choix de la thèse plus que la thématique de phénotypage.

II. Déroulement, gestion et coût estimé du projet

1. Préparation du projet, cadrage et difficultés rencontrées

- *Le projet avant mon arrivée (septembre 2009 à aout 2010)*

Ce projet a débuté en **septembre 2009 avec mon prédécesseur**. L'année qu'il a passé au sein de l'équipe a permis d'équiper le verger pour la mesure des conditions climatiques, la teneur en eau du sol ainsi que le suivi continu de température de feuillage d'une dizaine d'arbres. La **stratégie expérimentale a été définie** et les protocoles expérimentaux ont pu être réalisés et/ou adaptés. **Un comité de suivi de la thèse a validé** le projet proposé. Néanmoins des **mises en garde** ont été suggérées sur la possibilité d'accomplir la totalité des expérimentations au vue des possibilités humaines, matérielles et financières. La première campagne d'acquisition de photos par avion de la parcelle a donc été réalisée. Plusieurs difficultés ont vu le jour, notamment les interactions entre différentes équipes. En effet pour diminuer le coût des vols, les équipes travaillant sur l'acquisition de données d'imagerie de leur parcelle ont voulu mutualiser les vols engendrant une gestion compliquée des différents acteurs. Les conditions environnementales instables compliqueront cette gestion déjà chaotique. La fin de l'été 2010 verra le **départ du doctorant** du projet.

- Le projet depuis mon arrivée (janvier 2011 à maintenant : mai 2013)

Lors des six premiers mois de la thèse, mon travail a consisté en **un important travail bibliographique** sur des **disciplines** qui m'étaient **peu familière** (mécanisme de régulation du stress hydrique foliaire, analyses isotopique du carbone...) voire **totalemt inconnues** (télédétection, traitements d'images, génétiques quantitatives..). En parallèle, j'ai dressé un **bilan des expérimentations** de l'année passée aussi pertinent que possible au vue de mes connaissances de doctorant fraîchement arrivé. Ce bilan a permis de compléter les protocoles expérimentaux et de **mettre en avant les faiblesses et les points forts du dispositif**. Les équipements de la parcelle ont pu être complétés. De plus pendant cette période j'ai pu me familiariser avec l'utilisation des outils de mesure, rencontrer les partenaires de la Maison de la Télédétection et de la société l'Avion Jaune®. La mise en place de la campagne d'acquisition des photos aériennes de l'été 2011 s'est faite avec leurs conseils et leur expérience. D'autres parts nous nous sommes penchés (mon directeur de thèse et moi) sur la mesure au champ de la transpiration foliaire (mesure du flux de vapeur d'eau sortant entre la feuille et l'atmosphère = conductance stomatique) afin de valider les données d'imagerie. La mesure de transpiration foliaire étant trop sensible au vent, nous avons opté pour la mesure du flux de sève (potentiel hydrique mesuré à l'aide d'une chambre à pression) qui traduit un état hydrique de la plante plutôt que l'intensité de régulation du moment. Lors de la préparation de la campagne nous avons été **mis en garde** sur la **lourdeur des expérimentations** mise en place et quelques points flous de notre programme. Mon optimisme pour cette première campagne, que j'allais enfin réaliser, et **mon absence d'expérience** sur le sujet me montreront **l'exactitude de ces mises en garde** ; qui seront **de nouveau soulevées lors de mon premier comité** de suivi de thèse, **2 mois après la fin de la première campagne**.

Avec ce premier comité de thèse, j'ai pu me rendre compte que nous essayons de **tout faire en même temps**. En effet, l'aspect méthodologique développé pour le phénotypage haut débit à l'échelle de la parcelle (imagerie aéroportée) a été développé en même temps que l'acquisition de paramètres très fins de la régulation foliaire de la transpiration (mesure de photosynthèse sur 4 à 8 arbres supposés contrastés dans leur réponses à la contraintes hydrique). J'ai donc **recadré le sujet pour 2012 sur les aspects méthodologiques** et leur validation avant de pouvoir passé à une mesure précise et fine des mécanismes de régulation et leur explication qui ne se fera pas pendant ma thèse. La campagne 2012 a été ciblée sur l'acquisition d'images sur la parcelle par drone. Ce nouveau support a nécessité le développement d'un système d'acquisition plus léger (appareils photos numériques et caméra thermique) qui a été réalisé par la Maison de la Télédétection. Cette campagne aura servi de test pour ces appareils et nécessite maintenant de développer de nouvelles chaînes de traitement d'images notamment pour l'image thermique. En effet, en avion, il fallait 1 à 2 photos pour avoir une image complète de la parcelle alors qu'avec le drone le nombre d'images est passé de 10 à 16 pour avoir la parcelle complète. Ceci est dû à une altitude

vol plus basse (50m au lieu des 300m par avion) qui permet d'avoir une meilleure résolution de l'image thermique (taille de pixel en avion : 30*30cm ; en drone : 10*10cm). Un post doc a été engagé pour le prétraitement des images et son automatisation du fait du grand nombre d'images générés. Actuellement je suis **en cours d'écriture du premier papier** de ma thèse. Ce papier portera sur la présentation de la méthode de phénotypage haut débit développée et les résultats que l'on peut en tirer. Un deuxième papier suivra concernant les analyses biologiques des résultats.

Le sujet en lui-même :

Une des **difficultés** du début de la thèse a été de **me mettre à niveau** sur le sujet. La masse d'information reçue à mon arrivée a nécessité de **faire le tri** entre ce qui était important ou non **sans avoir de recul**. L'aspect pluridisciplinaire a nécessité **d'apprendre sur tous les fronts** en mêmes temps, de digérer les informations afin d'avoir **un esprit critique** sur le projet. Le plus gros problème auquel j'ai dû faire face a été de **s'adapter à l'agenda très rempli et inconstant** de mon directeur de thèse, le peu de disponibilité aux horaires conventionnels et le **manque de temps** à consacrer au projet. Cette situation a contribué à me **rendre complètement autonome** du point de vue de la **préparation des expérimentations**, leur **mise en œuvre avec les partenaires**, leur **réalisation** et **l'analyse des résultats**. Il m'a fallu aussi devenir **très autocritique** sur le travail mené.

Importance des conditions climatiques :

Les **conditions climatiques** peuvent avoir une forte **influence négative sur le développement** des pommiers. Par exemple les fortes températures du mois d'avril 2011 ont brûlé les feuilles de rosettes (feuilles apparaissant autour de la fleur) sur un certain nombre d'hybrides, ce qui a entraîné un développement foliaire plus faible sur ces arbres. D'autre part, du fait d'une conduite du verger sans taille des arbres, le vent peut provoquer de la casse des branches trop chargées en fruits.

La **mesure de transpiration foliaire** par porométrie (mesure du flux de vapeur d'eau sortant entre la feuille et l'atmosphère) s'est révélée très **sensible au vent** et au changement d'humidité de l'air. Nous avons donc abandonné cet idée et avons **choisi de mesurer la tension de la plante**. Cette mesure ne traduit pas directement l'état transpiratoire de la plante mais constitue un très bon indicateur de son état hydrique. De ce fait 2 variables ont pu être mesurées : l'une faite **avant le lever du jour** afin de connaître le statut hydrique des pommiers au repos c'est à dire quand le flux transpiratoire est nul ; l'autre réalisée **au midi solaire** lorsque la pression des contraintes environnementales est maximale et que la plante atteint son palier de régulation.

La prise de photo aérienne sur la parcelle nécessite un ciel ouvert (sans nuage) et peu de vent. La **localisation de la parcelle** à une dizaine de kilomètre de la mer (Mauguio) fait qu'elle est **sujette à un changement de conditions météorologiques aux alentours de midi** (levée du vent, changement d'humidité de l'air) qui correspond à l'heure de prise de mesure et d'acquisition des images par avion. Le fait de travailler sur le **stress hydrique** au champ implique des expérimentations aux alentours du **midi solaire**, au moment où la plante arrive au pallier de régulation de sa transpiration ; ce qui permet d'effectuer un plus grand nombre de mesure dans des conditions similaires. Le peu d'ombre et les fortes températures demandent une certaine **résistance physique** à ces conditions.

De plus notre expérimentation nécessite une mise en place de la contrainte hydrique, ce qui nous demande une période de **6 à 8 semaines sans pluie**. Nous avons donc dû **composer avec l'instabilité** du temps pour les mois de juin et juillet 2011 et 2012.

Disponibilité du matériel :

La prise de photos aériennes a été également contrainte par la **disponibilité des avions bimoteur**. En effet ces appareils sont loués pour 1 ou 2 heures de temps et il existe durant la période estival **une forte demande** de petits avions pour l'épandage. De plus le matériel d'acquisition des photos (appareils photos numériques et caméra thermique) servant aussi pour d'autres missions, il a fallu **s'adapter à cette contrainte supplémentaires** la première année. Ce problème a été **résolu en 2012** car un **drone** a été utilisé.

2. Facteur de succès et de risques

Malgré les difficultés énoncées ci-dessus, le projet présente de belles opportunités de valorisations.

Facteur de succès :

- **Projet innovant ;**
- Connaissance de l'équipe sur **l'architecture du pommier ;**
- Etude de la réponse stomatique à un stress hydrique atmosphérique en conditions contrôlées sur la descendance de l'étude ;
 - Caractérisation de comportement stomatique contrasté;
- Apport d'une **solide connaissance** sur les méthodes **d'analyses en génétiques quantitatives ;**
- **Implication de la Maison de la Télédétection** et la société **l'Avion Jaune ®** apportant leur **expérience récente** dans la prise de photo par avion et le **traitement d'image multi-spectrale.**

Facteurs de risques :

- **Projet innovant ;**
- Transposition d'une méthode utilisée pour de l'irrigation de précision au phénotypage ;
- Question de la **sensibilité de l'image thermique** pour différencier des comportements stomatiques contrastés ;
- Résolution de l'image thermique faible (taille de pixels : 30*30cm) comparé aux images visibles (taille de pixels : 3*3cm) ;
- **Conditions météorologiques comparables** entre dates d'acquisition ;
- Mesure au champ directement sur les arbres : peut d'arbres comparé à l'imagerie ;
- **Ma formation initiale peu en relation** avec les **compétences réelles** nécessaires pour le sujet.

3. Gestion et coût du projet

- Financement et coût de la thèse

Le projet a été **financé** à moitié par la région **Languedoc Roussillon** et à moitié par **Montpellier SupAgro**. De plus le projet a bénéficié d'un financement de la part de l'INRA dans le cadre des « **Projet Innovants INRA** » qui a permis d'équiper la parcelle et de financer une grande part des expérimentations. De plus, la collaboration avec la Maison de la télédétection a fait que nous avons été **associés** en marge du programme **Telerieg** (programme de financement Intereg entre région du sud de la France et de l'Europe pour la gestion d'irrigation à l'aide de la thermographie infrarouge). Le tableau et la figure ci-dessous représentent les différentes dépenses réalisées depuis le début du projet en septembre 2009. Le détail des dépenses de chaque catégories se trouve en annexe.

Tableau 1: Synthèse des dépenses réalisées depuis le début du projet

<u>Nature de la dépense</u>	<u>Coût en Euros (TTC)</u>
Ressources humaines	211858
Matériels	36920
Expérimentations	28136
Infrastructures & Consommables	4328
Déplacements	3945
Formations	1520
Documentations & Communications	193
Total en Euros (TTC)	286900

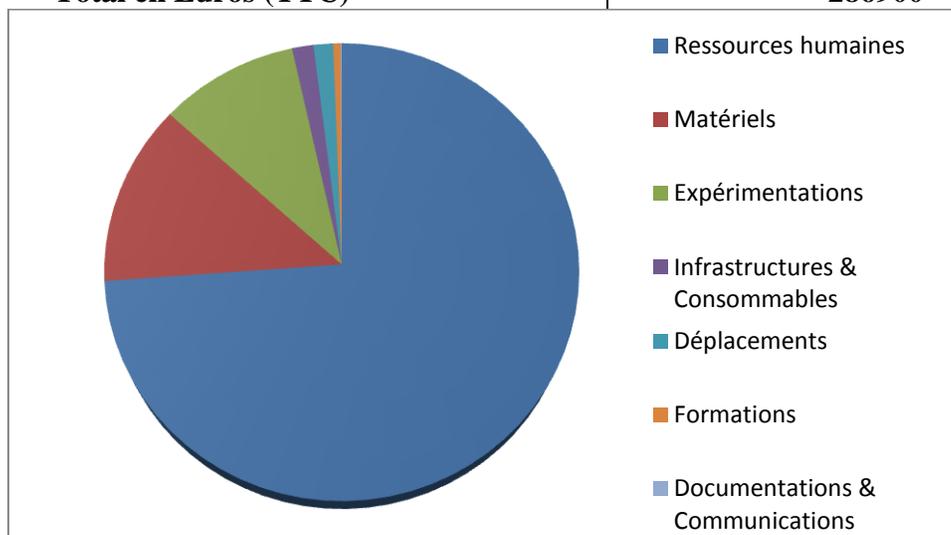


Figure 1: Proportions du budget alloué à chacune des dépenses réalisées

III. Compétences, savoir-faire, qualités professionnelles et personnelles illustrées par des exemples

Compétences scientifiques

- Connaissance sur la transpiration foliaire : fonctionnement et régulation (conductance stomatique, efficacité d'utilisation de l'eau...);
- Connaissance théorique et pratique « VIT concept » (Vegetation index trapezoid):
→ **Bilan d'énergie sol/plante/atmosphère**
- Développement d'une **approche statistique du « VIT concept »** par régression quantile: approche **simplifié** pour le phénotypage à haut débit
- Analyses de données spectrales ;
- Analyses de données isotopiques ;
- Génétiques quantitatives.

Compétences techniques

- Traitement d'images: *logiciel Erdas Imagine*
 - Géo-référencement d'images visibles et thermiques
 - Ortho-rectification
 - Normalisation radiométrique simple
 - Extraction de données à partir d'images
- Statistiques : *logiciel R*
 - Classification
 - Modèle mixte
 - Héritabilité
 - Gestion de base de données
- Mesure de photosynthèse et du statut hydrique des arbres et du sol ;
- Installation de capteurs météorologiques et programmation des centrales d'acquisitions ;
- Utilisation d'une caméra thermique ;
- Récolte de pommes et préparation de jus de pomme en vue des analyses isotopique du carbone ;
- Pilotage d'irrigation.

Méthodes de travail, gestion du temps

- Préparation des expérimentations ;
- Mise au point de protocoles ;
- Gestion des différents partenaires ;
- Evaluation des compétences nécessaires à la réalisation de la thèse ;
- Interaction avec différentes équipes pour le prêt de matériel expérimental ;
- Adaptations constantes aux conditions climatiques durant les périodes estivales ;
- Participation active aux réunions organisées entre les doctorants de l'équipe.

Savoir-faire administratifs, organisationnels et linguistiques

- Demande de devis et achat de matériels;
- Inscription aux congrès et organisations du voyage (trajet + hébergement) ;
- Organisation des comités de suivi de la thèse ; prise de contact avec les différents membres ;
- Apprentissage continue de l'anglais écrit à travers les publications et parlé avec les doctorants étrangers du laboratoire.

Qualités personnelles apportées, développées et transférables

- **Adaptation aux contraintes et flexibilité** : que ce soit dans les expérimentations (conditions climatique instables) ou dans les rapports humains (rdv avec mon directeur);
- **Résistance physique** : longue heures à rôtir au soleil du sud de la France pour les mesures ; le caractère irrégulier de la prise de mesure à l'aube ;
- **Ténacité et capacité à rebondir** face aux coups durs ;
- **Aime apprendre** : ce projet a nécessité d'aborder des disciplines différentes avec lesquels je me suis familiariser allant de la télédétection à la génétique quantitative en passant par la fabrique de jus de pomme ;
- **Capacité d'analyse et synthèse** : mise en relation de disciplines différentes ;
- **Autonomie dans le travail** ;
- **Sociabilité**.

IV. Résultats, impact de la thèse

▪ Impacts pour les équipes

Au niveau méthodologique

- Mise au point d'une **technique innovante** de phénotypage haut débit au champ par l'utilisation de l'imagerie aéroportée ;
- **Développement d'un vecteur aérien** plus facile d'utilisation (drone) ;
- **Développement d'un système d'acquisition** plus léger pour le drone ;
- Adaptation des chaînes de traitement d'image ;
- **Valorisation par une publication** (en cours d'écriture).

Au niveau scientifique

- **Expertise** dans le phénotypage en conditions réelles ;
- Confrontation de données d'imagerie à des données biologiques ;
- Analyses quantitatives de traits phénotypiques d'imagerie : de **l'image à la région de gènes (QTL)** ;
- **Etude du déterminisme génétique de la régulation de la transpiration foliaire** ;
- **Valorisation par une publication** (dont l'écriture se fera d'ici la fin de la thèse) ;
- **Idées émergentes entre modélisation/télétection/modèle de croissance** ;
- Création d'un post-doc pour concernant le traitement des données d'imageries thermiques et poursuivre le projet.

Au niveau professionnel

- **Application sur des vergers de sélection** avec le CEHM et le CTIFL (structure professionnelle d'expérimentation et d'information, au service de la filière Fruits & Légumes du Midi Méditerranéen).

▪ Impacts personnels

Le déroulement de cette thèse m'a permis de développer une **forte autonomie dans mon travail** que ce soit dans la recherche d'information, la mise en place de protocoles expérimentaux ou l'analyse de résultats.

Cette période aura aussi été l'occasion de me découvrir. Les difficultés rencontrés m'ont permis de **tester ma détermination** et ma **ténacité sur le long terme** ; valeurs qui sont aussi importantes en **Aikido** dont j'ai repris la **pratique régulière depuis le début de ma thèse**. La thèse m'a aussi permis de **mettre en avant** ma **capacité à gérer les difficultés** et à les **appréhender** de façon **plus détachés** afin de prendre les **bonnes décisions** même en de mauvaises conditions.

Au cours de ces 3 ans j'ai pu mettre en place **un certain équilibre entre vie privée et professionnelle**, équilibre auquel je tiens beaucoup car il permet un plus grand **épanouissement au travail** et une **efficacité accrue**. La pratique de l'Aikido et la découverte du Reiki m'ont été d'un grand secours pour me vider la tête dans les périodes difficiles. La pratique de des deux discipline et l'expérience de la thèse m'ont montré **l'importance de la connaissance de soi** tant au niveau du corps que de l'esprit et l'influence que cela eut joué dans **la relation aux autres** et d'acquérir l'pour prendre les **meilleurs décisions** et de pouvoir **rebondir** après de mauvaises expériences.

V. Identification de pistes professionnelles

A l'heure actuelle, je n'ai pas de piste concrète pour la suite de ma thèse. Néanmoins ces trois années ont nourri ma réflexion quant à mon devenir.

A court terme

- Poursuite dans le domaine de la recherche agronomique

L'analyse d'images prise dans différentes longueurs d'ondes (imagerie multi-spectrales : longueurs d'onde du visible, proche infrarouge et infrarouge thermique) et le potentiel de leur application pour l'agronomie m'ont fortement plus. Je voudrais pouvoir poursuivre ma carrière en tant **qu'ingénieur de recherche** sur l'utilisation de **l'imagerie multi-spectrale** et développé le **potentiel sous-jacent** de la télédétection pour l'**agronomie**.

A moyen terme

- Utilisation des connaissances sur la mesure du rayonnement électromagnétique

Le rayonnement solaire est dit « électromagnétique » et couvre l'ensemble rayonnements dont on entend parler couramment : rayon X, UV, Visibles, infrarouges thermiques, ondes radio... et bien d'autres.

J'aimerais développer une **approche scientifique** pour l'**étude des médecines alternatives et complémentaires** (MAC dans les hôpitaux) travaillant sur **l'énergie vitale du corps humain** (sujet très controversé pour la science car bien due des effets soit montré, il reste difficilement mesurable et quantifiable.). Cette approche ferait appelle à l'utilisation **d'appareils de mesure des différentes longueurs d'ondes du rayonnement électromagnétique.**

- Projet d'auto entrepreneur dans les soins et bien être corporel

Je voudrais continuer à me **former** dans le **Reiki**, apprendre le **Shiatsu** (massage énergétique japonais) afin de pouvoir monter un **cabinet en collaboration** avec d'autre professionnelle en bien être corporelle. Ce projet aurait pour **but** aussi de travailler avec les **professionnelles de la santé** pour une **approche complémentaire** aux soins au patient sortant d'opération lourdes, **soulagement de la douleur...**

VI. Annexe

	Nature de la dépense	Détails *		Coûts totaux (euros TTC)			
				Nombre d'unités	Coût unitaire moyen	Quote-part utilisation	Total
1	Ressources Humaines	Salaire brut	Charges				
1.1	Doctorant (salaire/mois)	1684.92	310.73	48	1995.65	100%	95791.20
1.2	Encadrant (réf annuelle DR1)			4	137400	8%	43968.00
1.3	Prime Encadrement						0.00
1.6	Technicien (réf annuelle TRN)			4	45062	40%	72099.20
1.7	Sous-traitance						
	Sous-total Ressources Humaines						211858.40
2	Consommables+ Infrastructure						
2.1	Bureau+ Consommable			4	500		2000.00
2.2	Location+ Gestion parcelle	300+851.45+					2328.02
2.3	Autres achats	1176.57					
	Sous-total Consommables						4328.02
3	Matériels	Coût total TTC					
3.1	2010	26417.86					
3.2	2011	8799.49					
3.3	2012	1702.80					
3.4	2013						
	Sous-total Infrastructures						36920.15
4	Expérimentations	Coût Total TTC					
4.1	2010	15040.79					
4.2	2011	9133.64					
4.3	2012	3961.84					
4.4	2013						
	Sous-total Matériel						28136.27
5	Déplacements						
	Sous-total Déplacements						3945.00
6	Formation						
6.1	Formations	nc					
6.2	Autres frais (Inscription à l'Université, Sécurité Sociale étudiante, etc.)	380*4					
	Sous-total Formation	1520					1520.00
7	Documentation et communication						
	Sous-total Documentation et communication						192.60
8	TOTAL						286900.44

Valorisation des compétences, NCT[®]

Jennifer Yeghicheyan

Ecole doctorale 60

Université Paul Valéry, Montpellier III

Mentor NCT[®] : Nathalie Camus

Date de présentation du NCT : 20 juin 2013

Doctorat Ethnologie

Accueillir les proches de détenu(e)s : la prison vue autrement

*Enquête ethnographique sur les lieux d'accueil et analyse
sociologique des enjeux socio-politiques*

Sous la direction de Gaetano CIARCIA, professeur d'ethnologie,
Montpellier III, CERCE

Date probable de soutenance de thèse : septembre 2014

I. Cadre général et enjeux de la thèse

Entrer en prison n'est pas réservé aux seules personnes incarcérées. Leurs proches doivent aussi franchir les murs pendant quelques instants pour visiter leur parent, conjoint ou ami au parloir. Des « accueillants » issus exclusivement du secteur associatif, salariés mais majoritairement des bénévoles, leur donnent les premiers renseignements sur ce qu'on peut apporter, comment obtenir son permis de visite par exemple et parfois aussi les écoutent, laissant libre cours à une parole souvent stigmatisée au dehors.

Ces structures d'accueils subissent de grands changements depuis 2009. En effet, afin notamment de se conformer aux Règles Pénitentiaires Européennes, l'Administration Pénitentiaire commence à prendre à sa charge l'accueil des familles. Dans les prisons à gestion publique et privée, l'entreprise prestataire de services (hôtellerie, restauration, formation des détenus...) recrute désormais des agents d'accueil. Une cohabitation se met alors en place entre bénévoles et ces nouveaux professionnels, issus du secteur privé. Ces derniers s'occupent en général des tâches pratiques tandis que les accueillants associatifs se sont vus dès lors confier un rôle plus centré sur l'écoute.

Le but de ma thèse est de réaliser une analyse de ces structures d'accueil en montrant les enjeux économiques, sociaux et politiques qui les sous-tendent dans ce contexte évolutif intense. J'ai choisi une méthode qualitative basée sur de l'observation directe et participante et des entretiens. C'est la première fois qu'une étude sera réalisée sur ce sujet en sociologie.

Cette discipline sert à poser un regard neutre sur un sujet donné. Ici, il semble qu'un regard articulant les points de vue des divers acteurs peut servir à donner un aperçu global.

Cette recherche s'inscrit au sein de l'équipe du CERCE (Centre d'études et de recherches comparatives en ethnologie). Cette dernière, à travers ce projet de thèse, a réussi à obtenir un contrat doctoral ce qui est relativement peu fréquent, donc il représente une marque de confiance et un défi à relever pour moi envers mon équipe et mon école doctorale.

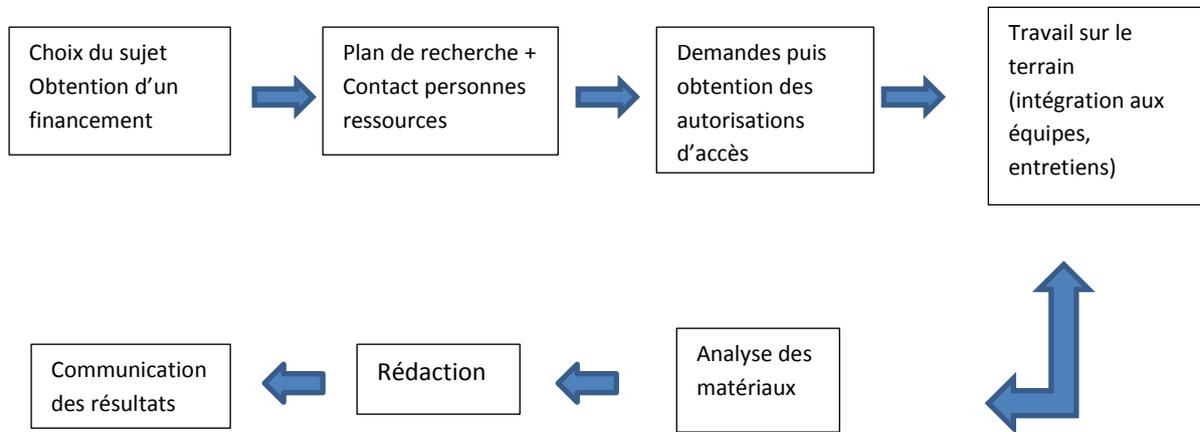
Professionnellement, je m'étais déjà engagée dans une filière « recherche » et non « pro » en Master. La poursuite en thèse m'apparaissait comme la suite logique de mon parcours universitaire. Les interrogations liées à l'évolution du contexte associatif, à savoir le passage d'accueils exclusivement bénévoles à des accueils intégrant des professionnels d'entreprise prestataire de service m'ont donné d'autant plus envie de poursuivre mes investigations dans cette voie. Cela a été grandement facilité par l'obtention d'un contrat doctoral qui m'a permis de mener à bien ce projet. En outre, il m'a offert la possibilité d'enseigner ce qui était également pour moi un objectif à atteindre.

II. Déroulement et gestion du projet

Ma thèse était au départ un véritable défi. L'absence de travaux sur ce thème précis ne permettait a priori pas d'avoir des repères bibliographiques. Mon sujet ouvrait aussi sur des domaines de recherche non pris en compte dans le laboratoire, l'enjeu principal était de trouver les personnes adéquates dans d'autres universités. Enfin, on m'a mis en garde contre mon ancienne expérience de bénévole. Je m'étais engagée en Master dans l'association pour observer et participer à l'accueil et

ainsi mieux en comprendre le fonctionnement. L'enjeu était donc de quitter cette posture « impliquée » et adopter uniquement le statut de chercheur, par définition le plus neutre possible.

J'ai suivi plusieurs étapes pour mener à bien ce projet.



La première a été de bien délimiter le sujet, arrêter des champs d'investigation afin de ne pas tomber dans le piège de se disperser, le sujet étant à défricher. J'ai passé une audition devant tous les représentants de l'école doctorale pour obtenir un financement. J'ai réussi à défendre mon projet, ainsi j'ai obtenu un contrat doctoral. Un engagement contractuel me fixait une obligation de résultat ce qui a été un facteur de succès objectif en plus de ma motivation personnelle. Un directeur de thèse à l'écoute et disponible a également été un des éléments décisifs dans la préparation du projet.

La seconde étape : établir le plan de recherche et de travail. Très vite, j'ai cherché à contacter des personnes-ressources. Ainsi, j'ai suivi les séminaires d'un anthropologue éminent et travaillant sur des thèmes se rapprochant du mien à l'EHESS à Paris tous les mois pendant un an. A cette occasion, j'ai rencontré une doctorante étudiant aussi le système carcéral qui m'a indiqué les procédures à suivre afin d'obtenir les autorisations d'accès en prison.

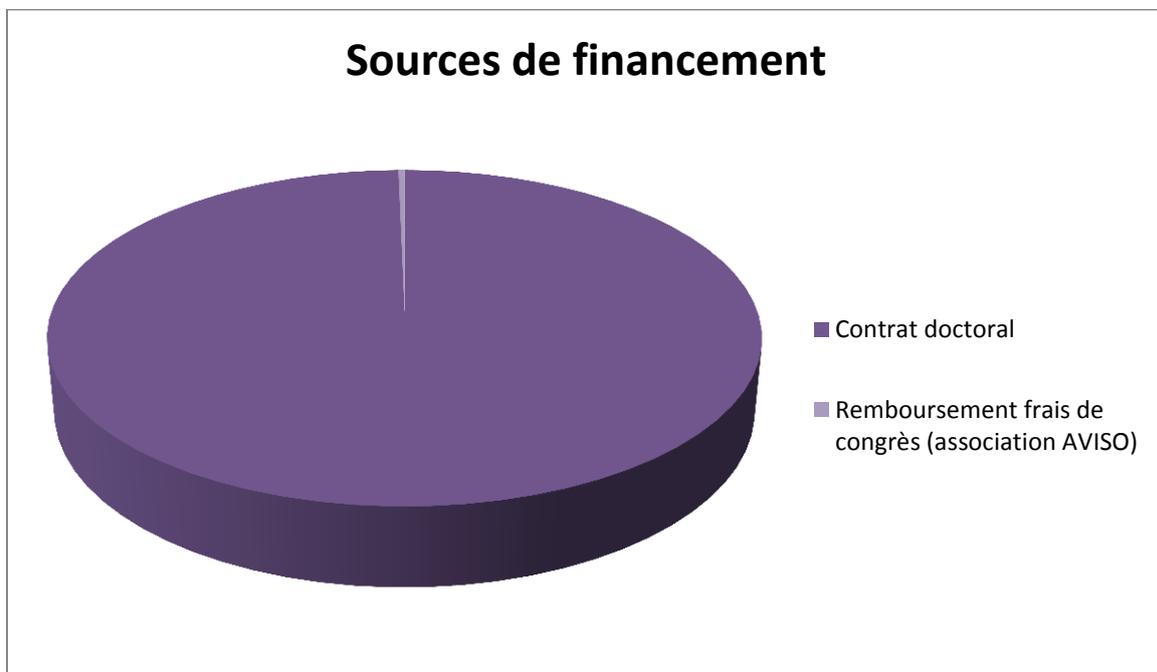
La troisième étape se révéla une véritable charnière pour la poursuite du projet : obtenir les autorisations d'accès aux établissements pénitentiaires. J'en avais sélectionné lors du plan de recherche selon une volonté de diversification des situations : prison avec un accueil associatif et privé, prison avec un accueil exclusivement associatif à des fins de comparaisons. J'ai fait preuve de patience, de persévérance, et de perspicacité afin de m'adapter aux différents partenaires que je devais solliciter (direction nationale de l'Administration Pénitentiaire, directeur(rice)s des prisons sélectionnées, responsables de site, président(e)s d'association) et leur démontrer les intérêts de ma démarche.

En parallèle et afin de respecter mon calendrier de recherche, mon travail consistait à faire les lectures préparatoires. C'est ici qu'est apparue la première difficulté : trouver un véritable rythme de travail. S'astreindre à réaliser les objectifs que je me fixais pour la semaine, chercher un local auprès du laboratoire en plus de chez soi pour travailler plus au calme, constituer un groupe de travail ont été les solutions envisagées et réalisées en collaboration avec d'autres doctorants qui ressentaient les mêmes problématiques. Nous avons par la suite décidé de créer des rencontres sous forme de séminaires.

La prochaine étape a été le travail sur le terrain. Deux établissements sur les quatre envisagés ont refusé la proposition de stage. Toutefois, en faisant preuve une fois de plus de persévérance et de capacité à négocier, j'ai pu me rendre sur les sites ayant refusé et rencontrer de manière ponctuelle différents acteurs. Dans les deux autres établissements, j'adoptais un statut de « stagiaire » et je me suis intégré aux équipes de l'accueil des familles. J'avais choisi délibérément de ne pas m'engager en tant que bénévole mais d'adopter la posture neutre du « stagiaire ». Ainsi, j'ai pu échanger plus facilement avec tous les groupes d'acteurs de l'accueil : bénévoles bien entendu, agents d'accueil professionnels, mais aussi surveillants pénitentiaires. Au fil des jours je me suis rendue compte que discuter avec les familles de détenus dans ce lieu n'était pas adéquat, et j'ai ainsi réorienté mon sujet exclusivement sur les « accueillants », associatifs, privés et surveillants pénitentiaires ce qui s'avérait beaucoup plus judicieux. Je passais alors mes journées entières en leur compagnie à les observer, les écouter, participer aussi aux activités quotidiennes : renseigner les familles, les soutenir, les orienter vers les services adaptés à leurs demandes.

Enfin, la dernière étape consiste actuellement à reprendre et trier les matériaux collectés, en faire l'analyse ainsi que rédiger le manuscrit. Je peux donc mettre à profit mes connaissances scientifiques théoriques et les confronter avec les réalités que j'ai observées lors du travail sur le terrain. Ainsi, je peux avancer des conclusions sur une étude empirique qualitative. La communication sera la finalité de mon travail.

Ma thèse a bien évidemment mobilisé des ressources financières, ci-dessous une estimation de son coût.



ESTIMATION DU COUT CONSOLIDE DE LA THESE

Montants en euros TTC							
	Nature de la dépense	Détails *		Coûts totaux (euros TTC)			
				Nombre d'unités	Coût unitaire moyen	Quote-part utilisation	Total
1	Ressources Humaines						
1.1	Doctorant	2 365,24 €	981,45 €	11	2 365,24 €	100%	26 017,64 €
		2 845,37 €	1 189,29 €	24	2 845,37 €	100%	68 288,88 €
1.2	Encadrant 1	3 046,73 €		35	609,35 €	20%	21 327,11 €
1.3	Prime Encadrement	5 136,70 €		3		100%	15 410,10 €
1.4	Encadrant 2	- €	- €				
1.5	Prime Encadrement						
1.6	Autre personnel (hors sous-traitance)	- €	- €				
1.7	Sous-traitance	- €	- €				
	Sous-total Ressources Humaines	21 651,38 €	4 341,48 €				131 043,73 €
2	Consommables						
2.1	Fournitures expérimentales	- €					
2.2	Fournitures de bureau	130,00 €		1		100%	130,00 €
2.3	Autres achats						
	Sous-total Consommables	130,00 €					130,00 €
3	Infrastructures						
3.1	Entretien, gardiennage, secrétariat						
3.2	Loyers des locaux						
	logement personnel 25 m²	460,00 €	80,00 €	35	92,00 €	5	3 220,00 €
	salle mise à disposition 20m²			23	16,00 €	5	1 840,00 €
3.3	Electricité, eau, chauffage, ... (si non inclus dans les charges locatives) <i>ici logement personnel</i>	35,00 €		35	7,00 €	5	245,00 €
3.4	Autres						
	Sous-total Infrastructures	495,00 €	80,00 €		115,00 €		5 305,00 €
4	Matériel (amortissements)						
4.1	Matériel d'expérimentation (dont les ordinateurs et logiciels spécialisés)	- €	- €				- €
4.2	Ordinateur de bureau	900,00 €				85%	527,00 €
4.3	Logiciels de bureau	100,00 €				95%	95,00 €
4.4	Autre (<i>imprimante</i>)	54,90 €				80%	43,92 €
	Sous-total Matériel	1 054,90 €					665,92 €
5	Déplacements						
5.1	Missions en France	1 331,80 €	250,00 €				1 581,80 €
5.2	Missions à l'étranger	- €	- €				
5.3	Congrès en France	- €	- €				
5.4	Congrès à l'étranger	- €	- €				
	Sous-total Déplacements						1 581,80 €
6	Formation						
6.1	Formations	500,00 €		1	500	100%	500,00 €
6.2	Autres frais (Inscription à l'Université, Sécurité Sociale étudiante, etc.)	376,57 €		3			1 129,71 €
	Sous-total Formation	876,57 €					1 629,71 €
7	Documentation et communication						
7.1	Affranchissements, Internet, téléphone	1 358,00 €		35	38,80 €	cf détail	212,40 €
7.2	Publicité, communication, impressions	- €	- €				
7.3	Documentation (périodiques, livres, bases de données, bibliothèque, etc.)	267,30 €					267,30 €
7.4	Autres						
	Sous-total Documentation et communication	1 625,30 €					479,70 €
8	Charges financières (intérêts des emprunts)	- €					- €
	Sous-total Charges financières	- €					- €
9	Charges exceptionnelles	- €					- €
	Sous-total Charges exceptionnelles	- €					- €
10	TOTAL						140 835,86 €

* de manière générale, toute dépense d'un montant supérieur à 2 000 euros doit être détaillée

III. Compétences, savoir-faire, qualités professionnelles et personnelles

Savoir organiser...

... un projet

J'ai tout d'abord développé mes capacités organisationnelles lors de mon travail de thèse. J'ai arrêté des objectifs pour ne pas me disperser et commencer rapidement à travailler en respectant mon plan de recherche. J'ai appris à gérer les priorités donc à anticiper les tâches à réaliser selon leur ordre d'importance ou de faisabilité afin de rentabiliser au mieux le temps imparti : par exemple choisir quel public interroger en premier, faire des lectures pertinentes avant d'obtenir un entretien. Là, j'ai mobilisé mes capacités d'autodiscipline afin de respecter les délais. Le travail d'observation n'est pas mesurable. J'ai donc dû fixer des temps pour chacune des étapes et juger quand il fallait conclure afin de ne pas se perdre.

... un réseau relationnel

S'organiser cela signifie dans mon cas créer un réseau de collaborateurs. Dès la première année j'ai cherché des personnes-ressources afin de mettre en place la phase du travail sur le terrain et contacté des chercheurs spécialistes de mon sujet. J'ai également participé de manière active à l'élaboration d'un groupe de travail entre doctorants sous la forme de séminaires. Au-delà des savoirs organisationnels très concrets (trouver une salle, se mettre d'accord sur des dates), nous avons tous dû nous adapter à la dynamique de groupe afin de définir nos objectifs et poursuivre les séances.

Savoir s'adapter...

... au travail d'équipe interne et externe

Lors de ces réunions, nous exprimions des demandes et des propositions différentes. J'ai revu mes idées de départ en prenant en compte le groupe. Il a fallu comprendre les motivations de chacun à participer à ces séminaires et dégager des pistes de recherche communes.

L'équipe interne, c'est aussi tout le réseau de l'université. Mon premier partenaire est déjà mon directeur de thèse. Je l'ai convaincu de mon projet car il n'était pas familier à mon sujet d'étude. Ce fut ensuite l'épreuve de l'audition du contrat doctoral, couronnée de succès, où je me suis appuyée sur ma force de conviction.

Dès le lancement du projet, la phase de négociations était loin d'être achevée. En effet, tous mes partenaires extérieurs restaient à persuader du bien-fondé de mon étude sur ces structures d'accueil. Certains se sont révélés défavorables et j'ai alors usé de diplomatie afin de ne pas me fermer totalement l'accès aux sites et me permettre de faire quelques entretiens.

Prendre en compte les remarques des autres, ici de mes partenaires internes et externes, et répondre de manière plus appropriée, plus juste, à mes objectifs m'a fait me remettre en question. Ce travail d'équipe m'a demandé de l'humilité et de la souplesse dans mes conclusions.

... à un contexte sensible

J'ai dû m'adapter à l'environnement pénitentiaire. Des règles strictes sont à respecter. Tout d'abord, j'ai su faire preuve de confidentialité vis-à-vis des données à ne pas divulguer. J'étais au contact de certaines informations mais je devais savoir lesquelles je pourrai utiliser ou non pour mon travail de thèse.

J'ai mené des entretiens avec des personnels de direction, des surveillants pénitentiaires, des détenus et quelques familles de détenus. J'étais donc un peu un « hybride » dans ce monde pénitentiaire où les barrières sont bien marquées. Je savais qu'il fallait que je sois prudente afin de ne pas laisser penser à mes interlocuteurs que j'espionnais pour l'un ou l'autre « côté » (on parle du côté de l'administration pénitentiaire ou du côté détenus).

Lors des entretiens avec des personnes détenues, j'ai su m'adapter au cadre sécuritaire de la prison et orienter mes demandes en fonction de la faisabilité de mes requêtes. Ainsi, grâce à ma diplomatie et de bonnes relations avec la direction, j'ai pu mener ces entretiens de manière satisfaisante. Le personnel m'a fait confiance pour me laisser seule avec les détenus dans le bureau d'audition tout en étant présent si besoin.

A l'accueil, lors de mon observation participante, c'est-à-dire quand je prenais part aux activités, il s'agissait constamment d'anticiper, de répondre au mieux à la demande et de gérer les conflits le cas échéant. Le parloir étant le seul moment où les personnes peuvent se retrouver ensemble, les tensions sont importantes et le moindre problème (mauvaise réservation de rendez-vous par exemple ou retard entraînant la perte du parloir) prennent des proportions considérables, les agents d'accueil étant mis à l'épreuve.

Au-delà de l'univers carcéral, c'était aussi un contexte sensible dans le sens où personne n'avait encore mené d'observation dans ces lieux. Il m'appartenait donc de ne pas faire mauvaise impression afin de ne pas compromettre mon étude mais aussi éventuellement celles de ceux à venir. J'avais donc cette responsabilité.

... à différents publics

L'essentiel de mon travail résidait dans ce que l'on appelle en ethnographie « l'observation participante », c'est-à-dire l'intégration aux équipes locales. Ces divers publics avaient des intérêts divergents. Par exemple, les surveillants pénitentiaires et les bénévoles constituent deux groupes très différents. Ces derniers seraient plutôt du côté des familles alors que les premiers les assimilent aux détenus. De plus, souvent, ils ne comprennent pas les motivations des bénévoles à choisir ce type d'activité. Je devais prendre en compte tous les points de vue. C'est-à-dire interroger aussi toutes les échelles de hiérarchie dans chaque groupe. Je devais donc toujours faire preuve de discernement et m'adapter au rôle que l'on attendait de moi à chaque fois. Il ne s'agissait pas de mentir et de changer complètement de rôle face à tel ou tel interlocuteur mais de reconnaître les visions du monde de chacun et comprendre leurs comportements et leurs discours. C'est alors que mon esprit d'ouverture a été grandement mis à profit.

Je devais m'adapter au quotidien à l'accueil des familles ou en détention mais aussi pendant les entretiens individuels. Un entretien est aussi un exercice de mise en confiance. Trouver les mots et le savoir-être adéquat pour chaque personne et situation dans laquelle se déroule l'entretien est essentiel à un résultat satisfaisant. Je devais prendre en compte l'appartenance à tel ou tel groupe mais aussi m'adapter à la singularité de la personne que j'avais en face de moi. Là encore, l'esprit

d'ouverture est une qualité essentielle, toutefois, il ne me fallait pas oublier de garder le contrôle de l'entretien lorsque celui-ci déviait vers des sujets totalement étrangers à mes problématiques. Je devais distinguer sur le moment les éléments susceptibles d'être porteurs pour ma thèse de ceux qui se révéleraient stériles.

Ces compétences de sociabilité et d'adaptation ont été aussi mises à profit lors des enseignements. En effet, mon équipe pédagogique m'a confié des charges d'enseignement. J'ai dû là aussi adapter mon discours selon le niveau des étudiants (première ou troisième année de Licence) et selon les thèmes demandés en plus de savoir animer un cours et avoir le souci de communiquer clairement.

Savoir analyser...

... des données

Décrire des situations, transcrire des entretiens dans son journal de terrain est la base du travail d'une recherche qualitative. J'ai été rigoureuse dans la tenue de cet outil de travail ce qui m'a permis d'avoir les meilleures données possibles. Cependant, il ne fallait pas oublier que n'importe quelle description est déjà une interprétation. C'est à travers cette méthode d'observation, d'écoute puis de retranscription que j'ai pu prendre conscience de mes préjugés, alors que je pensais « neutre » et ainsi être plus vigilante et objective pour l'analyse de mes matériaux de terrain.

Analyser, cela signifiait pour moi trier, mettre à profit mon esprit de synthèse. J'ai repéré les données viables pour répondre à la question que je me posais et éliminer celles qui finalement n'auraient pas de place dans le travail final. L'enjeu est d'articuler tous les éléments empiriques et bibliographiques : sociologie carcérale, sociologie du travail social, sociologie de l'association. C'est pendant le travail d'écriture que l'analyse prenait toute son ampleur. Cette écriture se distingue de celle des comptes-rendus administratifs que j'ai pu faire pour une association d'accueil des familles. J'ai appris à utiliser l'écriture d'une autre manière et comme compétence pour développer sa pensée.

... des comportements et des intentionnalités

Mon objet d'étude étant des êtres humains, l'empathie propre à la compréhension de l'autre se révélait être ici non seulement un facteur de communication mais également un outil pour l'analyse. Lors des journées passées à l'accueil et des entretiens, j'ai été attentive aux paroles de mes interlocuteurs mais aussi à leur comportement non verbal. Celui-ci me renseignait sur leur ressenti et permettait d'enrichir leurs discours, j'ai donc été très appliquée dans l'observation de leurs comportements.

Je devais aussi être lucide quant aux raisons qui les amenaient à participer à cette étude. Si c'était pour m'aider ou dans le but de m'impressionner, cela avait des conséquences sur l'analyse de la situation d'enquête.

En conclusion, ma thèse m'aura inculqué le sens de la responsabilité pour plusieurs raisons : tout d'abord, respecter les informations non communicables ; assumer ses choix et subir ou tirer profit des conséquences, enfin rendre le travail dans les délais imposés.

IV. Résultats et impacts de la thèse

Mon travail de recherche en ethnologie et sociologie a pour but d'analyser des situations sociales. J'ai fait le choix de la méthode qualitative. La complémentarité entre données statistiques et qualitatives me semble cruciale. Il me semble que si mes résultats ne sont pas représentatifs, ils permettent néanmoins de mettre en lumière certaines nuances et certaines profondeurs qui peuvent se révéler essentiels pour la compréhension globale d'enjeux économiques, sociaux et politiques. L'observation, la participation et les campagnes d'entretiens permettent de répondre à la difficulté de traduire la complexité des situations sociales, humaines, auxquelles nous sommes confrontés, chercheurs en sciences sociales mais également tout un chacun.

La sociologie et l'ethnologie, en appliquant un regard scientifique, permettent de prendre du recul par rapport aux situations sociales. Ainsi, les récents bouleversements apparus dans ces structures pourront être analysés de manière objective et déterminer le rôle de chacun des acteurs, par exemple les atouts et les limites d'une complémentarité entre secteur associatif et secteur privé.

Au niveau européen, ma thèse peut être un outil d'évaluation de l'efficacité des recommandations européennes faites par le Conseil de l'Europe à travers les Règles Pénitentiaire Européennes (RPE). En effet, la politique pénitentiaire nationale s'appuie autant que faire se peut, sur ces directives européennes. Elles promeuvent le maintien des liens familiaux. Par conséquent de manière très concrète cela se traduit par l'accueil des proches de détenu(e)s. Mon travail cherche à en expliquer le fonctionnement.

Au niveau national, la Direction de l'Administration Pénitentiaire peut à travers mon étude avoir un premier regard des enjeux que posent ces accueils et dresser un bilan provisoire quant à la collaboration entre structures associatives et privées.

Plusieurs **résultats pratiques** peuvent être envisagés. En expliquant les enjeux de ces lieux transitoires, mon travail peut être un outil pour **sensibiliser les personnels de l'administration pénitentiaire** (surveillants mais aussi conseillers d'insertion et de probation) à la place non négligeable qu'occupent ces structures pour le bon fonctionnement de la prison et amener peut être à les considérer comme des lieux-ressources.

Mais c'est surtout au niveau des accueillants directement que mon travail peut être utilisé en participant à la construction des **outils de formation des accueillants**, déjà très développés dans le secteur associatif à travers l'organisation nationale, l'UFRAMA (Union nationale des fédérations régionales des maisons d'accueil de familles et proches de personnes incarcérées).

Au niveau de la recherche, cette thèse s'inscrit dans un courant novateur qui considère la prison non pas uniquement depuis l'intérieur mais depuis sa périphérie. Pour la sociologie des associations, elle permet de poursuivre les recherches sur les rapports entre travail et bénévolat.

Pour le laboratoire, elle permet d'ouvrir des pistes théoriques peu développées jusque-là : sociologie carcérale et associative. Entre sociologie et ethnologie, elle participe à la volonté de réduire les frontières disciplinaires en sciences sociales. Par son financement en contrat doctoral, elle est aussi une marque de qualité du laboratoire.

Personnellement, cette thèse m'a prouvé que j'ai su mener un projet à bout, c'est-à-dire surmonter les périodes de doute, trouver des solutions aux refus ou à mes erreurs, définir un rythme personnel de travail. Elle m'aura également permis d'approfondir mes connaissances mais aussi, ma manière de réfléchir les situations sociales en termes sociologiques et donc scientifiques en plus des savoir-faire organisationnels. Enfin, elle s'inscrit dans la poursuite de mes objectifs professionnels développés ci-après.

V. Identifications de pistes professionnelles

J'envisage plusieurs pistes professionnelles bien que mon parcours me dirige plus spécifiquement vers l'enseignement et la recherche. Je considère comme très valorisant et donc stimulant de mettre à profit mes compétences dans d'autres contextes.

Chargé de projet dans le domaine de l'économie sociale et solidaire

L'entrepreneuriat social a pour objectif d'utiliser les ressources du marché à des fins d'action publique. Le chef de projet ou appelé aussi parfois « entrepreneur social » doit savoir évaluer les besoins locaux du marché, mettre en place le projet adéquat en mobilisant l'action sociale, piloter le projet et enfin communiquer sur les résultats. Par exemple, en partenariat avec l'entreprise SFR, le chantier d'insertion Emmaüs Défi a développé une activité innovante de Téléphonie Solidaire dont l'objectif est de faciliter l'insertion des personnes rencontrant des difficultés financières en favorisant l'accès juste et durable aux télécommunications. Ils recrutent un « entrepreneur social » afin de mettre en place et de mener à bien le projet.

Le challenge propre à la gestion de projet en entreprise m'intéresse particulièrement. Toutefois, mon envie de me mettre au service d'intérêt général m'oriente en général vers le travail social. Cette perspective de l'entrepreneuriat social semble tout à fait concilier les deux aspects et ainsi me permettre d'avoir une réelle motivation pour ce genre de défi. Il me semble qu'aider les gens dans une perspective entrepreneuriale permet de les valoriser d'une manière complémentaire par rapport au travail social.

J'ai de l'expérience dans le secteur associatif en lien avec des personnes en situation de précarité et en gestion de projet. Le sens de l'initiative, l'autonomie, la capacité d'adaptation, l'écoute attentive aux besoins des différents partenaires sont des compétences que j'ai développées tout au long de mon travail de thèse. Dans un premier temps je souhaite mettre mes compétences au service d'une entreprise ou d'une association consacrée à ce secteur et par la suite peut être devenir moi-même entrepreneur social en créant mon entreprise.

Chargé d'études en action sociale

Les sociétés privées sont amenées pour leurs clients publics ou parapublics à effectuer des missions d'évaluation afin d'aider à la prise de décision. C'est le chargé d'étude qui initiera ou suivra les projets afin de construire des outils opérationnels.

L'action sociale est un domaine qui me motive particulièrement. Mener des études ayant cette finalité correspond tout à fait à mes objectifs professionnels et personnels.

En sociologie, c'est le cœur du travail que de savoir analyser les enjeux et d'en rendre compte clairement. L'investigation propre au travail de recherche me stimule.

Cependant, garder cette activité d'investigation et dépasser le domaine scientifique en travaillant concrètement pour la prise de décision m'intéresse beaucoup. L'organisation et la rigueur nécessaires à la conduite de projet, l'autonomie mais également la capacité à travailler en équipe sont pour moi des compétences acquises et qui me plaisent à mettre en œuvre professionnellement.

Un chargé d'étude doit également savoir respecter la confidentialité de certaines données, ce que j'ai déjà expérimenté en milieu carcéral.

Chargé de mission auprès de la direction générale dans une association

Là encore il s'agit de savoir évaluer des situations afin de mieux anticiper les décisions à prendre et être force de proposition pour faire avancer l'association.

Cette finalité sociale correspond à mes valeurs et me motive réellement pour donner le meilleur de moi-même dans ce poste.

Il s'agit autant d'analyser et d'intervenir sur la situation interne (préparer les audits internes, élaborer les rapports d'activités, préparer le contrat pluriannuel d'objectifs et de moyens) que sur la situation externe (animer des manifestations associatives, être en relation avec les partenaires) et de savoir en rendre compte.

Cette diversité du poste et la créativité demandée me permettent d'envisager concrètement cette piste professionnelle car cela concorde avec mes envies dans le monde du travail. J'aime analyser et communiquer à l'écrit et à l'oral et j'en ai développé les compétences au cours de ma thèse.

Je connais déjà le secteur associatif ayant mené mon étude sur le bénévolat et les relations avec les salariés. J'ai analysé les enjeux des divers acteurs et appris à prendre en compte d'une manière globale des intérêts divergents.

Enseignant-chercheur

Un enseignant-chercheur arbore une double casquette. Il continue à faire avancer ses travaux scientifiques et permet de transmettre le savoir de sa discipline grâce à l'enseignement.

La recherche est une activité qui me pousse quotidiennement à vouloir toujours me dépasser. La créativité et la diversité des tâches à accomplir (travail sur le terrain, analyse, rédaction, communication) que cela requière contribuent à mon épanouissement personnel. Développer son sens critique, chercher à comprendre la complexité sociale des situations humaines, partager ses résultats représente la finalité de ce travail et donne un véritable sens à ma vie.

J'aime beaucoup communiquer et ai une profonde conviction dans l'intérêt de ma discipline, c'est pourquoi l'enseignement a été une expérience très positive pour moi. J'aime réellement transmettre le savoir et chercher à toujours être la plus pédagogue possible.

L'enseignement est solitaire mais demande un grand travail d'équipe en amont. C'est aussi un des aspects qui me plaît dans ce travail.

Cela se retrouve d'ailleurs dans la recherche souvent menée par une seule personne mais qui doit prendre en compte la dynamique du laboratoire dans lequel elle s'inscrit. Celui-ci est en relation constante avec divers partenaires : étudiants, partenaires scientifiques voire entreprises privées et publiques. La communication externe est également pour moi un pan du métier tout à fait stimulant.

Ce métier demande de la rigueur et de grandes capacités organisationnelles. Le travail de thèse prépare tout à fait à ce poste.



<http://collegedoctoral.pres-suddefrance.fr/>