

HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Entités de recherche

Évaluation du HCERES sur l'unité :

Nutrition, Métabolisme, Aquaculture

NuMéA

sous tutelle des

établissements et organismes :

Institut National de la Recherche Agronomique - INRA

Université de Pau et des Pays de l'Adour - UPPA

Campagne d'évaluation 2014-2015 (Vague A)

HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Entités de recherche

Pour le HCERES,¹

Didier HOUSSIN, président

Au nom du comité d'experts,²

Patrick KESTEMONT, président du comité

En vertu du décret n°2014-1365 du 14 novembre 2014,

¹ Le président du HCERES "contresigne les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts et signés par leur président." (Article 8, alinéa 5)

² Les rapports d'évaluation "sont signés par le président du comité". (Article 11, alinéa 2)

Rapport d'évaluation

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous.
Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité.

Nom de l'unité : Nutrition, Métabolisme, Aquaculture

Acronyme de l'unité : NuMéA

Label demandé : UMR

N° actuel : UR 1067

Nom du directeur
(en 2014-2015) : M^{me} Sandrine SKIBA

Nom du porteur de projet
(2016-2020) : M^{me} Sandrine SKIBA

Membres du comité d'experts

Président : M. Patrick KESTEMONT, Université de Namur, Belgique

Experts : M. Didier REMOND, INRA (représentant des CSS INRA)

M. Xavier ROLLIN, Université Catholique de Louvain, Belgique

Délégué scientifique représentant du HCERES :

M. Pierre RENAULT

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Laurent BORDES, Université de Pau et des Pays de l'Adour

M. Thierry BOUJARD, INRA, département PHASE

M^{me} Anna CHROSTOWSKA (représentante de l'ED n°211 « Sciences exactes et leurs Applications »)

1 • Introduction

Historique et localisation géographique de l'unité

L'unité de recherche « Nutrition, Métabolisme, Aquaculture » (UR NuMéA) est située sur l'Aquapôle INRA de Saint Pée sur Nivelle. L'Aquapôle dépend du Centre de Recherche INRA de Bordeaux Aquitaine et comprend deux autres unités : l'unité mixte de recherche « Écologie Comportementale et Biologie des Populations des Poissons » (UMR ECOBIOP) entre l'INRA et l'Université de Pau et des Pays de l'Adour et une unité d'appui à la recherche (UAR) qui assure certaines activités administratives et techniques pour le compte des deux unités de recherche.

NuMéA est une unité propre de recherche INRA, créée en janvier 2010 suite au désengagement des équipes de l'Université de Bordeaux 1 et de l'Ifremer de Brest de l'unité mixte de recherche « Nutrition, Aquaculture et Génomique » créée en 1993. Au sein de l'INRA, l'unité de recherche NuMéA dépend du département de Physiologie Animale et Systèmes d'Élevage (PHASE).

Équipe de direction

Au cours du quadriennal échu, l'unité de recherche NuMéA a procédé à un changement de direction. M^{me} Sandrine SKIBA a succédé à M^{me} Françoise MEDALE au 1^{er} avril 2013. M^{me} Françoise MEDALE puis M^{me} Sandrine SKIBA ont été assistées dans leur fonction de direction d'unité par un directeur d'unité adjoint en la personne de M. Stéphane PANSERAT.

Nomenclature HCERES

Domaine principal : Science du Vivant et de l'Environnement (SVE)

Sous-domaine : Agronomie, Environnement, Écologie (AEE)

Sous-domaine principal : Biotechnologies, sciences environnementales, biologie synthétique, agronomie (SVE2_LS9)

Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés		3
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	11	11
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	20	20
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
TOTAL N1 à N6	32	34

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
Doctorants	7	4
Thèses soutenues	8	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	6	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	5

2 • Appréciation sur l'unité

Avis global sur l'unité

Malgré sa restructuration en 2009 liée à sa séparation de l'IFREMER-Brest (unité mixte NUAGE) et sa taille relativement réduite, l'unité NuMéA a conservé sa place parmi les leaders internationaux en matière de recherche en nutrition des poissons. Les recherches menées durant ce dernier quinquennat dans le domaine de l'utilisation et du rôle des acides aminés, dans la nutrition lipidique et dans les nouvelles stratégies alimentaires représentent des travaux de référence, considérés, dans la plupart des cas, comme des études pionnières dans le domaine de la nutrition des poissons. Plusieurs thèmes dont celui de la programmation nutritionnelle disposent d'un réel potentiel de rupture scientifique. L'unité est impliquée en tant que coordinateur ou partenaire dans de nombreux projets nationaux et internationaux, au terme de processus de sélection parfois très compétitifs (projets UE, ANR, etc.). Ce très bon niveau scientifique est confirmé par une importante production de publications de qualité, fréquemment citées, non seulement dans le domaine de la nutrition des poissons, mais aussi dans des revues généralistes. L'unité est également impliquée dans la formation à la recherche, par l'accueil et l'encadrement régulier de doctorants et post-doctorants. Ce rôle devrait être renforcé à l'avenir. NuMéA a fait le choix de fonctionner sans équipe, en s'appuyant sur des axes de recherches fédérateurs, ce qui évite un cloisonnement des thématiques et permet d'assurer un lien permanent entre les recherches fondamentales et celles qui sont plus appliquées. L'interaction de NuMéA avec l'environnement socio-économique est importante, grâce à de nombreuses collaborations avec la filière aquacole professionnelle, et doit être préservée dans les choix stratégiques futurs.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le développement de l'aquaculture, en substitution à la production halieutique, reste une priorité, tant au niveau mondial qu'euro-péen, et des fonds de recherche importants continuent à être alloués par les instances européennes. Le contexte général est donc favorable. Le point fort principal de l'unité se situe au niveau de la qualité des recherches scientifiques dans le domaine de l'alimentation et de la nutrition des poissons. Sa réputation lui permet d'être impliquée dans de nombreux projets de recherche nationaux et internationaux, procurant une part importante du financement de la recherche. Les collaborations avec des équipes étrangères sont nombreuses et, pour certaines, établies depuis de nombreuses années. L'interaction avec l'environnement socio-économique régional et national est réelle. Les chercheurs, ingénieurs et techniciens récemment recrutés devraient compléter efficacement le personnel en place, et permettre à l'unité de développer de nouveaux axes de recherche en intensifiant les approches moléculaires, grâce à la présence d'un bâtiment nouvellement équipé. Le fait que de nombreux chercheurs soient impliqués, à des niveaux divers, sur les différents thèmes de recherche de l'unité renforcent la cohésion du groupe. Les nouveaux thèmes de recherche, majoritairement à connotation fondamentale, ont un réel potentiel de rupture scientifique. La formation par la recherche devrait être renforcée dans le cadre de la création d'une UMR avec des enseignants-chercheurs de l'UPPA.

Points faibles et risques liés au contexte

NuMÉA a depuis longtemps bénéficié d'une forte reconnaissance internationale, largement initiée par des chercheurs seniors qui ont toujours joué un rôle majeur, non seulement au niveau scientifique, mais aussi au niveau des contacts nationaux et internationaux. Le départ à la retraite ou l'accèsion à un poste de direction risque de déforcer la position internationale de l'unité, et son accès aux fonds de recherche extérieurs, pourtant de première importance dans le financement de ses programmes de recherche.

L'unité continue à privilégier l'utilisation de la truite, espèce carnivore, comme principal modèle biologique, et développe parallèlement des recherches mécanistiques pointues sur un modèle biologique, le poisson-zèbre. La production scientifique utilisant ce nouveau modèle est, jusqu'à présent, assez limitée. Le choix stratégique de la monoculture d'une espèce carnivore risque d'écarter l'unité de la tendance actuelle du département PHASE qui encourage à réfléchir à l'orientation vers des espèces moins exigeantes en protéines animales. Néanmoins, ce choix est largement guidé par l'importance de cette espèce dans la région aquitaine, et plus globalement en France et en Europe.

La création d'une UMR avec l'UPPA permettra un accès plus aisé à des étudiants en master 2 ou en doctorat, mais complique sensiblement l'affichage de l'unité, risquant de lui faire perdre en lisibilité. La production de palmipèdes gras est très éloignée de l'aquaculture, risquant de juxtaposer des thématiques de recherche sans réelle intégration permettant une approche comparative.

Recommandations

Au-delà du maintien d'une excellence en recherche fondamentale, les chercheurs de NuMÉA doivent conserver une implication importante dans les réseaux internationaux et les recherches à caractère plus appliqué, proches des besoins directs de la filière aquicole. L'association avec les enseignements-chercheurs de l'UPPA, spécialisés dans la nutrition des palmipèdes à foie gras, doit être organisée de manière à développer une véritable approche de physiologie comparative, permettant un enrichissement mutuel des équipes poissons et canards.

3 • Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Depuis de nombreuses années, l'unité de recherche est considérée comme faisant partie des leaders internationaux en matière de recherche en nutrition des poissons. A ce titre, l'unité NuMéA a parfaitement continué à assumer ce statut de référence, malgré la séparation avec les collègues de l'IFREMER en 2009 et la dissolution de l'unité mixte INRA/IFREMER Nuage.

Les recherches menées depuis 2009 dans le domaine de l'utilisation et du rôle des acides aminés, dans la nutrition lipidique et glucidique et dans les nouvelles stratégies alimentaires (voir plus loin l'évaluation des thèmes 1 à 3) représentent des travaux de référence, apportant de nouvelles connaissances fondamentales et pouvant être considérées, dans la plupart des cas, comme des études pionnières dans le domaine de la nutrition des poissons. Peu de travaux sont de simples recherches confirmatoires, c.-à-d. des recherches confirmant, chez une espèce, les résultats démontrés précédemment chez d'autres espèces. Plusieurs thèmes dont ceux de l'autophagie et de la programmation nutritionnelle disposent d'un réel potentiel de rupture scientifique. Le renforcement des compétences en biologie moléculaire et en épigénétique, tant en infrastructure qu'en ressources humaines, devrait d'ailleurs permettre de progresser rapidement dans ce domaine en plein essor.

Sur base des critères bibliométriques objectifs ainsi que de la spécificité des recherches menées au sein de l'unité NuMéA, la production et la qualité scientifiques peuvent être considérées comme excellentes. En effet, 153 articles ont été publiés dans des revues scientifiques internationales en 5,5 années, ce qui représente une moyenne de 28 publications/an pour une unité composée de 10 chercheurs, auxquels il faut ajouter les ingénieurs et techniciens, qui sont principalement employés à assister les chercheurs dans leurs travaux scientifiques. Au-delà du nombre absolu de publications, il est important de mentionner que les chercheurs de l'unité sont dans près de 70 % des cas premier ou dernier auteur des publications, et donc leaders des travaux ayant donné lieu à une publication. Un autre élément à considérer est la qualité scientifique des publications, non seulement pour le domaine précis d'investigation (l'alimentation et la nutrition chez les poissons) mais également de manière plus globale. Sur base de la classification utilisée (référentiel Noria), la grande majorité des publications (près de 75 %) sont considérées excellentes à exceptionnelles. La part de publications dans des revues généralistes atteint 65 %, ce qui mérite d'être souligné car relativement peu fréquent parmi les unités travaillant dans le « microcosme » des recherches sur les poissons. La qualité des publications de l'unité NuMéA se distingue également par le nombre de citations : plus d'un tiers des articles figurent parmi les 20 % des articles les plus cités, ce qui démontre l'originalité et la portée des recherches menées au sein de l'unité. Le rayonnement international de l'unité apparaît également au niveau des publications, puisque plus de la moitié des articles ont été produits en partenariat avec des équipes étrangères.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le critère « production et qualité scientifiques » peut être considéré comme excellent. Les recherches menées au sein de l'unité NuMéA sont, pour la plupart d'entre elles, des études fondamentales à fort potentiel de rupture scientifique, tout en conservant une capacité d'application à plus ou moins long terme dans la filière aquacole. Les données bibliométriques (nombre et qualité des publications, nombre de citations) confirment la qualité scientifique des travaux de recherche et leur reconnaissance internationale.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

En comparaison avec d'autres unités de recherche de l'INRA, l'unité NuMéA peut être considérée comme petite, puisqu'elle comptait 34 personnes au début de la période d'évaluation, dont 10 chercheurs et 4 ingénieurs, structurée en une seule équipe. Malgré ce nombre réduit de personnes impliquées dans la recherche, l'unité NuMéA a continué, durant ce quinquennat 2009-2014, à jouer un rôle majeur dans la recherche internationale en alimentation et nutrition des poissons, avec une participation active (plusieurs fois en tant que coordinatrice) dans de nombreux projets européens. On peut citer à titre d'exemple les projets AQUAMAX (projet CE-FP6, initié durant le quinquennat précédent) ou ARRAINA (projet CE-FP7) qui sont des projets de grande envergure rassemblant les principales institutions européennes impliquées dans ce domaine. Jusqu'à présent, les leaders de ces projets ont souvent été des chercheurs seniors, dont le rôle, ces dernières années, était précisément de développer/renforcer la collaboration nationale et internationale et le montage de projets européens. Avec leur départ, il sera important de conserver cette activité au sein de l'unité, car elle représente un apport majeur en termes de contacts internationaux et de financements extérieurs. A ces projets européens s'ajoutent plusieurs projets nationaux (FUI, ANR), souvent de

moindre envergure mais, néanmoins, très compétitifs dans leur processus de sélection. L'obtention de ces nombreux projets à financement extérieur témoigne de la qualité de la recherche menée au sein de NuMéA et de son rayonnement tant national qu'international.

L'unité a accueilli, pour des durées de séjour variables, 16 doctorants durant la période d'évaluation ainsi que 8 chercheurs post-doctorants étrangers. A noter également l'accueil de 5 chercheurs confirmés, de renommée internationale, dans le cadre de séjours sabbatiques, preuve d'une attractivité forte vis-à-vis de la communauté scientifique étrangère.

Les chercheurs de NuMéA sont très fréquemment invités dans des conférences internationales majeures dans leur domaine d'investigation, où ils assurent par ailleurs un rôle important, soit en tant que membre du comité d'organisation (ex : ISFNF), soit en tant qu'orateur invité. Leur expertise scientifique est largement reconnue, ce qui leur vaut d'être très souvent sollicités comme référés dans de nombreuses revues scientifiques généralistes ou du domaine de l'aquaculture, ainsi que comme experts dans de nombreuses commissions nationales et internationales de sélection de projets de recherche. Plusieurs membres de l'unité sont également éditeurs associés dans des revues internationales, ce qui donne une visibilité certaine au niveau scientifique tout en représentant une charge de travail éditorial non négligeable.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le critère « rayonnement et attractivité académiques » peut être considéré comme excellent. L'unité NuMéA bénéficie en effet d'une excellente réputation nationale et internationale dans son domaine de recherche, tel qu'en témoignent les nombreux projets de recherche obtenus durant ces dernières années, au terme de processus de sélection souvent très compétitifs. Son rayonnement lui a permis d'accueillir de nombreux chercheurs étrangers de renommée internationale, et de jouer un rôle actif dans la communication scientifique.

Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'interaction avec l'environnement social, culturel et surtout économique paraît un point fondamental à entretenir ou à développer pour NuMéA dans la mesure où pas moins de 75 % du budget de l'unité, hors salaires des titulaires, provient des recettes propres et des ressources contractuelles liées à des projets de recherches faisant suite à des appels d'offres nationaux ou européens, ou à des prestations de recherche pour des professionnels de la filière aquacole. En particulier, les financements de l'UE représentent près de 40 % de ce budget « total » (moyenne sur le quinquennat, avec des variations interannuelles allant du simple au triple). C'est davantage que la part budgétaire provenant de l'INRA (23 %) et des fonds publics au niveau national (15 %) ou régional (1 %). Une mention particulière également pour la part budgétaire non négligeable provenant du secteur privé (19 %). Cette collaboration avec le secteur privé est d'autant plus importante que certaines sociétés privées sont aussi des partenaires de projets européens, rémunérateurs pour l'unité.

Du fait des règles de confidentialité qui encadrent les projets de collaboration avec le secteur privé, il n'est pas facile d'évaluer l'apport - autre que financier - de ces projets pour l'unité. Néanmoins, on peut imaginer qu'il s'agit la plupart du temps de problématiques très appliquées autour de la nutrition des poissons (valorisation de matières premières, d'additifs, etc.). Si c'est bien le cas, le maintien (voire le développement) de cette collaboration avec le secteur privé passe par le maintien dans l'unité d'une expertise suffisamment généraliste en nutrition et alimentation des poissons, et proche de l'application. En effet, avec le développement des techniques permettant une étude de plus en plus fine de la régulation des voies métaboliques importantes en nutrition des poissons, le risque n'est pas mince de s'enfoncer progressivement dans des études très spécifiques qui pourront paraître éloignées des préoccupations de la filière aquacole.

Le nombre de sociétés ayant collaboré avec l'unité durant le dernier quinquennat (une vingtaine) confirme l'attractivité de celle-ci aux plans national et international, mais révèle aussi un certain équilibre trouvé entre recherche fondamentale et appliquée. C'est d'autant plus remarquable que NuMéA ne cherche pas à maximiser le nombre de contrats avec le secteur privé, privilégiant plutôt les thématiques qui peuvent contribuer à la politique scientifique de l'unité. Toutefois, pour des raisons tant financières que de positionnement stratégique, il faudra maintenir cet équilibre à l'avenir, en particulier dans un contexte de possible réduction future des financements publics nationaux.

Un autre élément est le choix apparent de l'unité de situer le contexte de sa politique scientifique pratiquement exclusivement dans un cadre géographique mondial (p. 2). De manière assez classique, on y parle du développement mondial de l'aquaculture, de la stagnation des pêches de capture au niveau mondial, de la pénurie en

farines et en huiles de poissons au niveau mondial et du passage « privilégié » vers l'utilisation de farines et huiles végétales. Par contre, le contexte national, voire régional de l'aquaculture (Aqualande, etc.), n'est pas évoqué. Pourtant, à la connaissance des membres du comité d'experts, la production de truite arc-en-ciel en France est en diminution depuis quelques années, la production aquacole européenne est loin de s'accroître à la même vitesse qu'en Asie, etc. Selon le comité, même si la thématique de l'étude des matières premières végétales comme alternatives aux farines et aux huiles de poissons est déjà ancienne dans l'unité, on ne peut faire l'économie d'une justification du renouvellement de ce choix stratégique dans un contexte actualisé et tenant compte des spécificités de la région aquitaine, de l'hexagone, et de l'Europe, notamment sur un plan socio-économique.

Il en est de même du choix des poissons carnivores comme principales espèces d'études, en particulier la truite arc-en-ciel. Si la truite arc-en-ciel constitue un modèle incontournable d'études tant fondamentales qu'appliquées en milieu aquatique, véritable « rat de laboratoire » aquatique, l'élevage des poissons carnivores ne va pas nécessairement de soi sur les plans : 1) du développement durable revendiqué par l'unité et le département Phase ; 2) de l'éthique (« truite végétarienne ») (surtout si l'unité envisage des recherches sur la production de foie gras, ce qui risque de l'exposer davantage que par le passé aux questions d'ordre éthique) ; 3) stratégique (la recommandation du département Phase de 2011 de « réfléchir à l'utilisation d'espèces moins demandeuses en protéines, etc. »). Il y aurait donc lieu d'actualiser le contexte de la politique scientifique de l'unité et de l'ancrer à différentes échelles spatiales (régionale, nationale, européenne et mondiale) et dans un contexte dynamique (évolution des marchés, des contraintes d'exploitation, du cadre réglementaire, etc.). La participation de membres de l'unité à différents organisations tant françaises qu'européenne (Groupement d'intérêt scientifique lié à l'aquaculture, EAS) indique que l'unité dispose de toutes les ressources pour réaliser avec succès cet exercice.

A noter que la prise en compte du contexte hexagonal pour définir la politique scientifique de NuMéA nous paraît d'autant plus importante que la collaboration de l'unité avec le secteur privé est majoritairement tournée vers la France (12 contrats sur 18).

Durant le quinquennat évalué, la coproduction a été la règle chez NuMéA en ce qui concerne les articles scientifiques publiés dans des revues à comité de lecture puisque 78 % des articles publiés comportaient au moins un coauteur non rattaché à l'unité. Ceci indique l'excellente capacité des chercheurs de l'unité à développer des partenariats avec d'autres entités de recherche tant nationales qu'internationales. L'origine de ces partenariats, parfois très anciens (équipes portugaises), paraît très diversifiée : maîtrise technique, leadership stratégique dans un domaine particulier, échanges d'étudiants, expériences humaines lors de séjours de recherche, affinités linguistiques, etc. Ce dernier facteur n'est pas à négliger et pourrait inciter NuMéA à favoriser encore davantage qu'aujourd'hui la maîtrise de la langue anglaise par ses chercheurs, voire à recruter des chercheurs de qualité dont la langue maternelle est l'anglais.

Un autre sujet d'étonnement : le manque de collaboration stratégique avec l'UMR ECOBIOP située pourtant sur le même site (Aquapôle), mais dans un département scientifique INRA différent. En effet, amplifier progressivement les liens entre ces deux unités (fondements génétiques et épigénétiques de l'adaptation des poissons à l'élevage ou au milieu naturel, plasticité phénotypique en élevage et en milieu naturel, variation des besoins nutritionnels en fonction du niveau trophique, etc.) nous paraît certainement possible et souhaitable. En effet, cela permettrait de palier au moins partiellement la relative petite taille des deux unités, mais aussi d'ouvrir progressivement les thématiques en dehors du strict cadre de l'aquaculture afin d'accéder, le cas échéant, à des financements alternatifs.

Le fort dynamisme de recherche de l'unité ne semble pas l'éloigner pour autant du grand public. En effet, la participation des chercheurs de l'unité à la diffusion de la culture scientifique semble importante. Un relevé systématique des « productions journalistiques » pourrait être tenu afin de pouvoir mieux évaluer l'impact sur le grand public de cette communication.

Appréciation synthétique sur ce critère

En conclusion, le critère « interactions avec l'environnement social, culturel et économique » peut être considéré comme très bon. L'unité a établi avec succès de nombreux partenariats à forts impacts sur ses finances et ses productions scientifiques. Pour maintenir ce cap dans le contexte du départ à la retraite de chercheurs « généralistes » confirmés, il faudrait qu'émergent de nouvelles compétences afin de maintenir le contact avec le secteur privé et les bailleurs de fonds internationaux, principalement européens.

Appréciation sur l'organisation et la vie de l'unité

NuMéA a fait le choix de fonctionner sans équipe, en s'appuyant sur des axes de recherches fédérateurs. L'implication des chercheurs dans chacun de ces axes peut être variable. Ce dispositif évite un cloisonnement des thématiques et permet d'assurer un lien permanent entre les recherches fondamentales et celles qui sont plus appliquées. Il permet de limiter les dispersions, sans toutefois brider l'émergence de nouvelles approches (par exemple l'étude du rôle des microARN dans le contrôle du métabolisme intermédiaire), et assurer la cohésion de l'ensemble. Chaque axe est sous la responsabilité d'un animateur. Lors du quinquennat évalué, trois axes étaient identifiés. La qualité des résultats obtenus démontre la pertinence du dispositif mis en place pour répondre aux objectifs que l'unité s'était fixée en début de quinquennat.

Comme pour de nombreuses unités de l'INRA, une des forces de NuMéA est son dispositif expérimental : deux piscicultures à températures constantes hors du site de St-Pée, et un plateau technique en circuit fermé sur le site. L'ensemble du dispositif est accessible aux chercheurs de l'unité. Etant intégré dans un réseau européen, il est également accessible pour des partenaires étrangers. L'unité NuMéA dispose également de trois ateliers analytiques (Biologie moléculaire, Biochimie, Épigenétique) placés sous la responsabilité d'ITAs. Réalisés pendant le dernier quinquennat, la construction d'un nouveau bâtiment et la remise à niveau des anciens bâtiments, permettent aujourd'hui d'assurer une bonne cohésion entre les recherches développées et les ressources analytiques.

L'unité dispose de tous les outils d'animations nécessaires à son bon fonctionnement :

- un conseil de laboratoire auquel participent tous les agents et qui se réunit 5 fois/an ;
- des réunions de l'ensemble des scientifiques de l'unité pour discuter de stratégie, également 5 fois/an ;
- des animations scientifiques toutes les semaines (organisées en alternance par chacun des axes) ;
- des réunions entre ITAs pour des points particuliers (une à deux par an).

L'unité accueille de nombreux doctorants et post-doctorants étrangers, la tenue des réunions thématiques en anglais est très appréciée de tous.

Tous ces lieux d'échanges au sein de l'unité sont propices à l'émergence de nouveaux projets, et assurent la cohésion entre/dans les différentes catégories du personnel.

La gestion budgétaire de l'ensemble de l'unité est assurée par le DU et son adjoint. L'unité fonctionne sur le principe de la mise en commun des ressources disponibles, avec la possibilité de support financier ponctuel pour des actions de recherches émergentes jugées prioritaires. Les décisions concernant les demandes de postes et l'acquisition de nouveaux matériels sont discutées dans les réunions de stratégie scientifique regroupant tous les scientifiques.

L'unité NuMéA est accessible sur internet par le biais du site de l'Aquapole. Les informations présentées (organigramme, thématiques, fiches individuelles par chercheur, ateliers, projets européens) sont claires, précises et globalement à jour. Le site Intranet permet aux agents de retrouver les comptes-rendus des différentes réunions. Enfin la direction de l'unité édite une gazette mensuelle qui présente les mouvements de personnel, les appels à projets, les publications en cours, et les congrès à venir.

Le personnel technique est impliqué dans la mise en place des protocoles expérimentaux, et est bien informé de l'avancement des projets, et des résultats obtenus.

L'entretien que nous avons eu avec les différentes catégories du personnel et les doctorants montre que l'organisation mise en place au sein de l'unité permet de travailler dans des conditions sereines, avec une bonne communication interne, et des relations de confiance entre les différents acteurs. L'impression globale qui se dégage est celle d'une unité accueillante dans laquelle il fait bon travailler.

Appréciation synthétique sur ce critère

En conclusion, le critère « organisation et vie de l'unité » est considéré comme excellent. La direction de l'unité a développé une organisation interne qui semble être pleinement fonctionnelle, et qui assure une communication efficace entre les différents acteurs de l'unité, et vers l'extérieur.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'implication des unités INRA dans la formation des étudiants et des jeunes chercheurs constitue toujours un point plus faible, qui peut facilement s'expliquer par la difficulté à avoir accès aux ressources humaines (étudiants de master, doctorants) en comparaison avec les centres de recherche universitaires. Sur base du nombre de chercheurs confirmés présents au sein de NuMéA, on aurait en effet pu espérer une implication plus forte dans la direction principale de thèse de doctorat. L'encadrement de chercheurs en thèse est également limité par le nombre de chercheurs disposant d'une HDR. Une HDR a été défendue durant le dernier quinquennat, mais d'autres chercheurs « seniors » devraient également la défendre afin de renforcer le nombre de promoteurs potentiels.

Durant ce quinquennat, l'unité a développé une stratégie lui permettant de faciliter l'accès aux étudiants doctorants, au travers d'une affiliation avec l'École Doctorale n°211 « sciences exactes et leurs applications » de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, et la situation devrait encore s'améliorer dans le cadre de la mise en place d'une UMR INRA-UPPA. Au niveau master, l'implication des chercheurs de NuMéA dans un nouveau parcours de master 2 (Nutrition des espèces aquacoles) devrait permettre à l'unité d'attirer des étudiants en master recherche.

Si peu d'étudiants français sont inscrits en thèse (manque d'intérêt pour le secteur d'activité, accès limité aux financements de thèse ?), de nombreux doctorants étrangers profitent par contre des structures et de l'expertise de NuMéA pour mener une partie de leur thèse à St Pée s/Nivelle et les chercheurs de l'unité sont impliqués comme co-directeurs de thèse dans plusieurs universités étrangères.

Les membres (chercheurs, ingénieurs et techniciens) de NuMéA sont impliqués comme enseignants dans plusieurs programmes de formation d'étudiants de licence ou de master. La liste des cours dispensés et des charges horaires n'est toutefois pas jointe aux annexes du dossier d'évaluation, ce qui rend difficile l'évaluation de cette composante pédagogique.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le critère « formation par la recherche » peut être considéré comme bon à très bon. L'unité participe régulièrement à la formation de chercheurs étrangers, tant doctorants que post-doctorants, mais n'a que peu d'implication dans la formation d'étudiants de master et de doctorants français, alors que le potentiel de formation par la recherche est très présent. L'augmentation du nombre de chercheurs détenteurs d'une HDR devrait faciliter l'amélioration de ce critère.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La stratégie de l'unité NuMéA et ses perspectives scientifiques sont en partie basées sur les acquis importants de l'unité, autour des axes qui ont été développés depuis de nombreuses années et résumés dans l'évaluation des trois thèmes, ainsi que sur des infrastructures expérimentales leur permettant d'étudier la nutrition d'espèces piscicoles sur un cycle complet, par des approches diversifiées et complémentaires. Plusieurs projets de recherche viseront à parfaire les connaissances fondamentales, avec des probabilités de réussite élevée, vu l'expertise acquise par l'unité.

La nouvelle stratégie se caractérise également par une ouverture des thématiques de recherche en associant une composante « palmipèdes à foie gras » au travers de l'accueil d'enseignants-chercheurs de l'UPPA (IUT de Mont de Marsan). Bien qu'elle réponde à une logique géographique et à un souhait des tutelles de former des UMR, cette ouverture, présentant un intérêt certain en termes d'échanges d'expertises (et éventuellement d'approches comparatives entre modèles biologiques très différents), constitue également un risque non négligeable de perte de lisibilité et de juxtaposition de thématiques sans réelle intégration. La production de palmipèdes gras dans ses finalités est tout de même très éloignée de l'aquaculture. A ce stade de la réflexion, il semble que la direction de l'unité soit consciente du risque, et vise à mettre en place un fonctionnement assurant des échanges fréquents entre les équipes. De manière à maintenir une productivité scientifique par ETP chercheur élevée, il est souhaitable que la production et la qualité scientifiques des publications assurées par les enseignants-chercheurs de l'UPPA atteignent le niveau d'excellence de celles des chercheurs de l'unité NuMéA. Le projet de l'unité devrait être plus explicite sur la collaboration réelle entre les chercheurs de NuMéA et les enseignants-chercheurs de l'UPPA, au-delà d'un simple échange de compétences analytiques. Le nouveau projet devrait préciser les thèmes qui seront développés en pratique, telle que la relation entre autophagie et stéatose hépatique, l'étude du microbiote intestinal, etc.

L'analyse SWOT a mis en évidence des points forts bien réels, dont une approche globale de la nutrition, intégrant les aspects ingestion, digestion et métabolisme des nutriments, des infrastructures expérimentales faisant

partie du précédent réseau Aquaexcel (réseau peut-être reconduit dans le nouveau programme européen H2020), une reconnaissance scientifique forte avec de nombreuses collaborations nationales et internationales et un solide réseau établi avec les professionnels de la filière aquacole. Les points faibles identifiés par l'unité se concentrent sur une attractivité relativement faible pour des étudiants en master, ainsi qu'une capacité d'accueil de doctorants limitée par le nombre de chercheurs disposant d'une HDR. Ces points faibles pourraient être levés par une participation de l'unité à un axe nutrition des poissons organisé par l'UPPA et la soutenance d'au moins 3 HDR. En termes d'opportunités, les recherches proposées pour le prochain quinquennat sont portées par un contexte particulièrement propice, puisque la substitution des farines et huiles de poissons est déjà et sera de plus en plus inéluctable à mesure que l'aquaculture continuera à se développer. Le futur schéma stratégique du département PHASE privilégie toutefois l'agroécologie, axe de recherche qui n'est pas réellement pris en considération dans le nouveau plan stratégique de NuMéA. La particularité de l'aquaculture française, et européenne, principalement axée sur les espèces carnassières, limite évidemment la possibilité de s'orienter vers la polyculture intégrée, comme cela existe en Asie. Une interaction plus forte avec l'autre unité présente sur la station de St-Pée s/Nivelle (ECOBIO) est suggérée, entre autres en ce qui concerne les mécanismes d'adaptation des poissons aux conditions du milieu. Il est toutefois évident que le nombre limité de chercheurs ne permet pas à l'unité de s'investir de front sur plusieurs axes nouveaux.

Le nouveau programme stratégique est divisé en deux thèmes complémentaires : un 1^{er} thème visant une meilleure compréhension fondamentale de la physiologie de la nutrition et un thème 2, appliqué, recherchant de nouvelles stratégies alimentaires et nutritionnelles. Les sous-thèmes de recherche proposés dans chacun de ces deux thèmes sont pertinents, généralement innovants et susceptibles de générer des avancées réelles dans le domaine de la nutrition. Toutefois, le départ de plusieurs chercheurs seniors (retraite ou autre fonction) risque d'entraîner un déséquilibre de plus en plus important entre le thème 1 et le thème 2 du projet, la nouvelle génération de chercheurs ayant une vision et une expertise a priori plus pointues et une connaissance moins généraliste de l'élevage. Des interactions fortes entre les deux thèmes et l'investissement des chercheurs vers les aspects appliqués permettraient de maintenir le lien avec le secteur privé et éviter l'isolement progressif de l'unité par rapport aux acteurs de la filière.

Les nouvelles pistes de recherches ou approches expérimentales, telles que le rôle du microbiote dans le contrôle du métabolisme, ou l'utilisation de la métabolomique pour caractériser la réponse des poissons aux challenges nutritionnels, sont à ce stade très exploratoires, mais, en s'appuyant sur des collaborations externes pertinentes, et avec un investissement modéré de la part de l'unité, elles pourraient se révéler très prometteuses et porteuses de ruptures conceptuelles pour les années à venir.

La multiplicité des sous-thèmes présentés pourrait laisser craindre une certaine dispersion, mais elle peut également être considérée comme une preuve de dynamisme et d'ouverture. Des choix stratégiques au niveau des modèles biologiques devront être bien réfléchis, afin d'obtenir des résultats scientifiques publiables à relativement court terme (par exemple favoriser la sélection de lignées de truites isogéniques pour les travaux en épigénétique, afin de s'affranchir de la forte variabilité individuelle). Les recherches sur les systèmes d'élevage devraient être précisées, et sans doute limitées aux effets de quelques paramètres environnementaux majeurs sur la nutrition des poissons. Les recherches sur les nouvelles sources de nutriments sont intéressantes, mais devraient se limiter à quelques tests d'appétence et/ou de digestibilité.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le projet à 5 ans est ambitieux et démontre une volonté forte de continuer à renforcer le travail en équipe, avec des thèmes fédérateurs permettant un excellent échange entre les scientifiques. Le comité d'experts ne peut qu'encourager l'unité à évoluer dans cette voie. De nouvelles approches mécanistiques très intéressantes, comportant un certain risque mais susceptibles de fournir des avancées réelles dans le domaine de la nutrition des poissons, sont proposées. L'unité devra sélectionner les modèles biologiques les plus appropriés afin de maximiser les chances de succès. L'association avec l'UPPA procure un certain nombre d'avantages, dont l'apport de nouvelles compétences, l'accès aux bourses de thèse et l'implication des chercheurs dans un master 2 en nutrition, mais nécessite également de rester vigilant quant à la productivité scientifique des enseignants-chercheurs de l'UPPA.

4 • Analyse thème par thème

Thème 1 : Utilisation et rôle des acides aminés

Nom du responsable : M^{me} Sandrine SKIBA (2009-2012) puis M. Iban SEILIEZ (2013-2014)

Effectifs : le passage de 2 à 3 thèmes pour le prochain contrat empêche un prévisionnel raisonnable pour la période débutant en 2016

Effectifs du thème en Équivalents Temps Plein	Au 30/06/2014	Au 01/01/2016
ETP d'enseignants-chercheurs titulaires et assimilés		
ETP de chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	2,6	
ETP d'autres personnels titulaires n'ayant pas d'obligation de recherche (IR, IE, PRAG, etc.)	1	
ETP d'autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
ETP de post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2	
ETP d'autres chercheurs (DREM, etc.) hors post-doctorants		
ETP d'autres personnels contractuels n'ayant pas d'obligation de recherche	6	
ETP de doctorants	2	
TOTAL	13,6	

• Appréciations détaillées

L'objectif principal du thème 1 « Utilisation et rôle des acides aminés » paraît être la recherche du meilleur ajustement de l'apport azoté dans l'alimentation des poissons, en particulier chez les espèces carnivores comme les salmonidés dont les besoins relatifs en protéines sont réputés élevés par rapport à certains poissons « omnivores » ou « herbivores » (phytoplanctonophage et macrophytophage) ou autres monogastriques terrestres d'élevage.

L'approche générale retenue pour cette optimisation est d'atteindre une meilleure compréhension du rôle des acides aminés alimentaires et de leur interaction avec les autres nutriments sur les processus qui déterminent la croissance musculaire et la régulation hépatique et musculaire.

Deux axes de recherche pertinents ont été développés autour de ce thème :

1. étudier le rôle des acides aminés ;
2. étudier les interactions entre les acides aminés, les lipides et le glucose.

Le 1^{er} axe a permis de caractériser chez la truite arc-en-ciel un certain nombre d'acteurs clés de la régulation du renouvellement des protéines musculaires, en particulier le rôle de l'autophagie dans le muscle blanc. Ainsi, l'unité démontre pour la première fois chez un vertébré inférieur l'expression des gènes étudiés de l'autophagie dans le muscle et dans des myocytes de truite en culture. Aussi, l'unité démontre que les acides aminés jouent un rôle clé dans la formation de l'autophagosome, dans la régulation des gènes de l'autophagie et mettent en évidence l'existence d'interactions entre les acides aminés et le glucose dans cette régulation, mettant au moins en partie en jeu la voie de signalisation TOR. Au niveau hépatique, les études ont mis en évidence l'implication des acides aminés dans la régulation de nombreux gènes du métabolisme intermédiaire telle que la lipogenèse. Ensuite, les chercheurs

de NuMéA montrent que le profil en acides aminés (rapport AAE/AANE) altère la dynamique de croissance des fibres musculaires blanches et modifie dans ces fibres l'expression de gènes impliqués dans l'activation des cellules satellites. Enfin, l'unité montre l'effet spécifique de certains acides aminés telles que la leucine sur le contrôle de l'expression des gènes du métabolisme glucido-lipidique chez la truite ou de la méthionine sur le catabolisme des acides aminés chez la crevette tigrée. Par contre, une carence en méthionine n'entraîne pas de modification de l'activité des enzymes des voies de reméthylation et trans-sulfuration. Finalement, il est démontré pour la première fois chez la crevette l'effet d'épargne de la méthionine par la cystéine et la choline.

Le 2nd axe a étudié l'effet d'une augmentation des glucides alimentaires au détriment des protéines lors d'un repas unique dès le sevrage et après 9 semaines d'alimentation sur l'expression des gènes du métabolisme et de la croissance de la truite, ceci afin d'étudier la capacité des truites à s'adapter à ces nouveaux régimes. Cette augmentation perturbe fortement l'activation de la voie de signalisation de l'insuline en réponse à la réalimentation, mais aussi la régulation du métabolisme intermédiaire. L'inhibition de la néoglucogenèse hépatique et la forte induction de l'expression de la glucokinase contribuent probablement au maintien de l'hyperglycémie. Des mécanismes d'adaptation après 9 semaines sont aussi mises en évidence (la protéosynthèse, pas la protéolyse mais bien l'autophagie, etc. ; la néoglucogenèse hépatique). Le 2nd axe a aussi étudié l'effet de la diminution du rapport protéines/lipides dès le premier repas sur les mécanismes de croissance musculaire chez l'alevin de la truite. L'équipe a ainsi pu démontrer la forte incidence et l'effet à long terme de la composition de l'alimentation précoce sur la croissance musculaire des truites arc-en-ciel, le phénotype (gras/maigre), etc.

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Tous ces travaux de l'axe 1 ont fait l'objet de nombreuses publications internationales classées comme excellente ainsi que trois thèses de doctorat et une en cours. Ces découvertes de rupture constituent une excellente base pour des études approfondies sur le rôle spécifique des acides aminés, de leurs équilibres et de leurs interactions avec les autres nutriments dans la croissance protéique. Les travaux de l'axe 2 ont fait l'objet de trois publications classées également comme excellentes.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le critère « production et qualité scientifiques » relatif au thème 1 est considéré comme excellent. Les travaux réalisés ont permis de répondre en partie aux objectifs fixés, parfois de les dépasser, avec des perspectives d'applications pour la filière aquacole (plasticité phénotypique lors de l'alimentation précoce, besoins en acides aminés chez la crevette tigrée). L'originalité des recherches les plus fondamentales a permis de faire émerger de nouvelles pistes de recherches. Les résultats ont été valorisés par une riche production scientifique dans des journaux de très bon niveau (BJN, CBP, Amino Acids, Am J Physiol, etc.), dans le domaine général de la physiologie et de la nutrition-métabolisme, et très minoritairement de l'aquaculture.

Conclusion

▪ Avis global sur le thème

Le thème 1 « Utilisation et rôle des acides aminés » est un thème stratégique pour la filière aquacole car au centre de la croissance du poisson, mais aussi de l'impact des élevages sur l'environnement (eutrophisation). L'enjeu est d'optimiser l'apport (et l'efficacité d'utilisation) azoté(e) pour favoriser l'accrétion protéique. Les objectifs fixés en début de quinquennat étaient pertinents et globalement cohérents par rapport à cet objectif. Dans ce contexte, le projet scientifique de l'unité relatif à une meilleure compréhension du rôle des acides aminés dans la régulation du métabolisme et de la croissance s'inscrit dans la continuité avec des acquis très intéressants engrangés ces dernières années et est très enthousiasmant. Toutefois, un certain équilibre entre les recherches appliquées et fondamentales devrait être retrouvé en investissant aussi de l'énergie dans des recherches plus appliquées telles que, par exemple, l'étude « systématique » des facteurs qui influencent l'efficacité d'utilisation de l'acide aminé limitant primaire (facteurs nutritionnels, spécifiques, génétiques, épigénétiques, etc.) dans l'alimentation des poissons dans une perspective de modélisation (comme chez le porc ou les volailles) des besoins en acides aminés et en protéines des poissons d'élevage.

- **Points forts et possibilités liées au contexte**

Les points forts de ce thème 1 reposent indéniablement sur (1) l'approche intégrative des recherches menées depuis l'étude des gènes à celle de l'animal dans son système d'élevage, (2) la quantité et la qualité des productions scientifiques, (3) la mise en évidence chez le poisson de l'autophagie et d'une partie de sa régulation nutritionnelle chez la truite, et (4) le développement progressif d'outils de recherche chez la truite arc-en-ciel (marqueurs divers, méthodes analytiques, etc.) applicables à de multiples situations (lignées, jeûne, réalimentation, carence en nutriment, civelles, etc.).

- **Points faibles et risques liés au contexte**

1. risque de déséquilibrer l'investissement entre recherche fondamentale et recherche appliquée, par le fait d'une diminution des compétences en zootechnie de l'unité ;

2. le centrage sur la truite arc-en-ciel (et secondairement d'autres espèces carnivores essentiellement dans le cadre de collaborations), comme principale espèce d'étude, ne paraît que partiellement compatible avec l'orientation agroécologique du département Phase, l'agroécologie cherchant à favoriser l'accroissement de la biodiversité dans des agrosystèmes complexes (polycultures, élevages associés d'espèces se trouvant à différents niveaux trophiques) en évitant les monocultures. A ce niveau, l'étude des différences interspécifiques, en particulier chez des espèces situées à d'autres niveaux trophiques que la truite, paraît un élément à considérer dans les études, ceci afin de ne pas se laisser « enfermer » dans un seul modèle qui ne serait pas nécessairement représentatif de l'ensemble des élevages, surtout si la stratégie de l'unité s'inscrit, comme cela semble être le cas, dans une perspective mondiale ;

3. absence apparente d'investissement de l'unité dans la modélisation (besoins, flux de nutriments dans les systèmes d'élevage, etc.) dans une perspective agroécologique (systèmes complexes) ;

4. faiblesse de la collaboration avec l'UMR ECOBIOP, par exemple sur le thème de l'adaptation (fitness) au milieu naturel versus d'élevage, pourtant potentiellement très riche.

- **Recommandations**

Il faut continuer à avancer sur cette dynamique très positive, mais en rééquilibrant quelque peu recherche fondamentale et application et en préparant l'étude des différences interspécifiques (développement de marqueurs spécifiques pour certaines espèces cibles stratégiques, etc.) dans une perspective du développement de l'agroécologie ou d'une collaboration renforcée avec ECOBIOP.

Thème 2 : Dépôts de lipides et acides gras

Nom du responsable : M^{me} Stéphanie FONTAGNE (2009-2014)

Effectifs : le passage de 2 à 3 thèmes pour le prochain contrat empêche un prévisionnel raisonnable pour la période débutant en 2016

Effectifs du thème en Équivalents Temps Plein	Au 30/06/2014	Au 01/01/2016
ETP d'enseignants-chercheurs titulaires et assimilés		
ETP de chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3,5	
ETP d'autres personnels titulaires n'ayant pas d'obligation de recherche (IR, IE, PRAG, etc.)	1	
ETP d'autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
ETP de post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2	
ETP d'autres chercheurs (DREM, etc.) hors post-doctorants		
ETP d'autres personnels contractuels n'ayant pas d'obligation de recherche	7	
ETP de doctorants	2	
TOTAL	15,5	

• Appréciations détaillées

Ces recherches sont menées dans un contexte de remplacement des huiles de poisson (vecteur d'AGPI-LC n-3 - Acide Gras Poly Insaturés à Longues Chaines) par des huiles végétales (dépourvues d'AGPI-LC n-3). La capacité de synthèse des AGPI-LC n-3 (DHA et EPA) étant limitée chez les poissons, l'objectif est d'identifier les cibles métaboliques et de mettre en évidence les leviers nutritionnels ou génétiques par lesquels il serait possible d'augmenter cette capacité de synthèse. L'atout majeur de la chair de poisson dans l'alimentation humaine, outre la qualité de ses protéines, étant essentiellement lié à l'apport en EPA et DHA.

Dans le cadre de ce thème de recherches, des études ont été réalisées pour déterminer l'effet de la source de lipides alimentaires sur la digestion et la libération des lipides dans le sang. Un point particulièrement intéressant semble être la mise en évidence d'un effet rémanent de la nature des lipides sur la digestibilité des matières grasses, laissant entrevoir la possibilité de préparer le tube digestif par des huiles végétales pour une utilisation optimale des huiles de poisson en finition.

Les mécanismes de régulation de la lipogénèse ont également été étudiés. Les travaux réalisés ont notamment permis de préciser le rôle de l'insuline dans la régulation de la lipogénèse et l'implication de la voie TOR (TORC1) dans le contrôle de l'expression de l'acide gras synthase. De plus, ils ont permis de mettre en évidence un nouvel acteur, le miR122, qui est soumis à une régulation nutritionnelle et qui pourrait jouer un rôle clé dans l'orientation des nutriments dans les différentes voies métaboliques et notamment la lipogénèse. En favorisant l'utilisation du glucose dans la synthèse d'acide gras, il pourrait jouer un rôle important dans l'adaptation des poissons à des aliments à base de végétaux, généralement riches en glucides. Tous ces travaux, très originaux dans le domaine des études du métabolisme des espèces aquacoles, ont été publiés dans de très bons journaux (AJP, J Exp Biol, BMC Genomics).

Le point clé dans cette thématique est néanmoins la capacité de synthèse des AGPI-LC n-3. Malgré un effort de recherche important sur l'effet des sources de matière grasse, des espèces de poisson, des lignées génétiques, les travaux n'ont pas permis de mettre en évidence des leviers potentiels pour accroître la teneur en AGPI-LC n-3 chez

des poissons dont l'alimentation est dépourvue d'huile de poisson. Par contre, comme pour les autres espèces d'élevage, les travaux réalisés dans cette thématique ont clairement montré qu'il était possible de limiter la peroxydation de ces acides gras par des interventions nutritionnelles (vitamine E, sélénium).

Disposant d'une base de données importante sur la composition en acides gras de la chair de poisson et du métabolisme lipidique, l'unité a mis à profit une collaboration extérieure pour la construction d'un modèle permettant de prédire le dépôt lipidique dans le muscle. Le modèle a été publié dans une très bonne revue (Food Chem).

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Ce thème est très important pour l'unité. Outre les performances zootechniques, un des enjeux pour l'aquaculture est de maintenir la qualité nutritionnelle des poissons et notamment leur intérêt dans la nutrition humaine en tant que vecteur d'AGPI-LC n-3. Les travaux sur la régulation du métabolisme lipidique sont très originaux et ont mis en évidence de nouveaux acteurs dans la régulation de la lipogénèse (les microARN). Ceci a permis d'ouvrir un nouveau champ d'investigation, qui pourra s'appuyer sur les ateliers techniques « biologie moléculaire » et « épigénétique » récemment mis en place. Même s'ils paraissent assez descriptifs, les travaux sur la capacité de synthèse ou de stockage des AGPI-LC n-3 par les poissons devaient être réalisés. Ils laissent entrevoir des leviers d'action intéressants (sélection génétique, stratégies nutritionnelles) pour optimiser la teneur en AGPI-LC n-3 de la chair des poissons, en utilisant un minimum d'huile de poisson dans leur alimentation.

Les publications sont globalement de très bon niveau et sont bien citées. Ces publications se partagent entre des revues généralistes sur la nutrition et le métabolisme, et sur des journaux plus orientés vers la filière, ce qui témoigne du bon équilibre atteint dans la production de connaissances fondamentales et de connaissances plus appliquées, en accord avec les missions de l'INRA. Le nombre de doctorants et post-doctorants étrangers accueillis sur la période témoignent de l'attractivité de l'unité sur cette thématique.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le critère « production et qualité scientifiques » relatif au thème 2 est considéré comme très bon à excellent. Les travaux réalisés ont permis de répondre en partie aux objectifs qui étaient fixés. L'originalité des travaux les plus fondamentaux, a permis de faire émerger de nouvelles pistes de recherches. Les résultats ont été valorisés par une production scientifique importante dans des journaux de très bon niveau dans le domaine « Nutrition-Métabolisme », ou dans le domaine « Aquaculture ».

Conclusion

▪ Avis global sur le thème

Le thème « dépôts de lipides et acides gras » est un thème stratégique pour la filière aquacole. L'enjeu est d'optimiser le dépôt des AGPI-LC n-3 dans la chair de poisson dans un contexte de diminution de l'utilisation d'huiles de poisson. Les objectifs fixés en début de quinquennat étaient pertinents et cohérents par rapport à cet enjeu. En s'appuyant sur des études fondamentales sur la régulation du métabolisme lipidique, et sur des essais plus zootechniques, les recherches ont montré qu'il serait très difficile d'assurer la teneur en AGPI-LC n-3 avec une alimentation exclusivement d'origine végétale. Ce constat, bien que négatif, apporte une réponse claire aux objectifs fixés, et peut expliquer pourquoi la nouvelle orientation de ce thème pour le prochain quinquennat semble plus focalisée et portera essentiellement sur la programmation nutritionnelle (dans l'axe AGIR), l'approfondissement des régulations du dépôt lipidique par le miR122, et sur la protection des AGPI-LC n-3 dans les muscles contre la peroxydation (dans l'axe COMPRENDRE).

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

Les points forts sont indéniablement l'étude simultanée des différents métabolismes (coordination avec les thèmes 1 et 3), et le lien entre les recherches fondamentales et appliquées.

Le rapprochement avec les enseignants-chercheurs de l'UPPA travaillant également sur le thème du métabolisme lipidique, mais sur une autre espèce animale, peut favoriser à terme l'émergence de nouveaux concepts.

Un autre atout est l'attractivité importante de l'unité, traduite par l'appui important en termes de doctorants et post-doctorants.

- **Points faibles et risques liés au contexte**

Le risque pourrait être de déséquilibrer l'investissement entre recherche fondamentale et application, par le fait d'une diminution des compétences en zootechnie de l'unité. L'ancrage avec la production de canards gras, bien que justifié par l'intérêt des comparaisons inter-espèces, est loin d'être évident et nécessitera une vigilance accrue, pour assurer la cohérence des recherches, et maintenir la qualité de la production scientifique à son meilleur niveau.

- **Recommandations**

Il faut continuer d'avancer sur cette dynamique positive, et veiller à faire avancer conjointement les études du métabolisme et les stratégies d'élevage.

Thème 3 : Nouvelles stratégies alimentaires

Nom du responsable : M. Stéphane PANSERAT (2009-2010) puis M^{me} Inge GEURDEN (2011-2014)

Effectifs : le passage de 2 à 3 thèmes pour le prochain contrat empêche un prévisionnel raisonnable pour la période débutant en 2016.

Effectifs du thème en Équivalents Temps Plein	Au 30/06/2014	Au 01/01/2016
ETP d'enseignants-chercheurs titulaires et assimilés		
ETP de chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3,5	
ETP d'autres personnels titulaires n'ayant pas d'obligation de recherche (IR, IE, PRAG, etc.)	1,8	
ETP d'autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
ETP de post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2	
ETP d'autres chercheurs (DREM, etc.) hors post-doctorants		
ETP d'autres personnels contractuels n'ayant pas d'obligation de recherche	7	
ETP de doctorants	2	
TOTAL	16,3	

• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Ce thème de recherche a pour cadre la problématique de la diminution des disponibilités mondiales en farine et huile de poissons par rapport à l'accroissement rapide de la production aquacole, surtout sur le continent asiatique. Des solutions alternatives sont recherchées, dont celle de la substitution des matières premières marines par des ingrédients d'origine végétale. Ce thème est de toute première importance si l'on veut assurer une pérennité de la production aquacole axée, au niveau européen, sur la production d'espèces carnassières.

Trois axes de recherche, pertinents du point de vue de la nutrition des poissons, ont été développés autour de ce thème :

1. rechercher une meilleure utilisation des ingrédients d'origine végétale ;
2. rechercher une meilleure utilisation énergétique du glucose alimentaire ;
3. rechercher une meilleure maîtrise des flux de nutriments en fonction de l'apport alimentaire.

Le 1^{er} axe a été mené essentiellement dans le cadre de projets nationaux (VEGEAQUA) et européens (AQUAMAX, ARRANA), en explorant la possibilité de I) sélection génétique de truites aptes à utiliser plus efficacement des aliments à base de végétaux, et II) programmation nutritionnelle précoce vis-à-vis de ces aliments.

En nutrition des poissons, ces deux approches sont originales et innovantes. La première approche a pu être menée grâce à une collaboration réussie avec une autre unité de l'INRA (GABY, Jouy). Les résultats acquis au travers de cette étude de l'interaction génotype x aliment sont très prometteurs et ont permis de mettre en évidence une certaine plasticité génétique de la truite vis-à-vis de régimes végétaux. La production scientifique associée à cette

étude est tout à fait appréciable puisque 5 publications internationales (classées de correcte à excellente) ont été produites, ainsi qu'une thèse de doctorat. La seconde approche met en évidence la plasticité phénotypique de la truite suite à une sensibilisation précoce aux aliments végétaux. Il s'agit d'un concept nouveau en nutrition des poissons, qui ouvre des perspectives de recherche très intéressantes, tant sur le plan de la recherche fondamentale (en y incluant les possibles mécanismes épigénétiques sous-jacents) que sur celui de la recherche appliquée. Une publication de haut niveau a été produite sur base de ces résultats.

Le 2^{cd} axe vise essentiellement à mieux comprendre les verrous limitant l'utilisation des glucides alimentaires chez une espèce carnivore telle que la truite. L'utilisation métabolique du glucose et les capacités de lipogenèse/néoglucogenèse chez cette espèce ont été étudiées en utilisant deux modèles (pharmacologique et génotype). Ces travaux de physiologie de la nutrition ont permis l'acquisition de connaissances fondamentales publiées dans d'excellentes revues scientifiques (plus de 10 publications sur ce thème durant le quinquennat). La possibilité d'améliorer l'utilisation des glucides alimentaires par une programmation nutritionnelle adaptée est séduisante et mérite d'être poursuivie. Deux publications dans d'excellentes revues scientifiques généralistes ont déjà été produites sur cette thématique nouvelle.

Le 3^e axe est mené en étroite association avec l'Université de Wageningen aux Pays-Bas et une autre unité INRA (Rennes), démontrant à nouveau l'ouverture de l'équipe à la collaboration tant nationale qu'internationale. L'interaction environnement-physiologie alimentaire y est étudiée au travers de plusieurs recherches doctorales. Cette thématique a également conduit à 5 publications scientifiques dans d'excellentes revues de nutrition ou généralistes.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le critère « production et qualité scientifiques » relatif au thème 3 est considéré comme excellent. Durant ce quinquennat, les chercheurs de NuMÉA ont développé des approches originales et innovantes, reconnues au travers de nombreuses publications scientifiques de haut niveau, associant compréhension des mécanismes physiologiques en relation avec l'apport d'aliments végétaux et recherche de solutions basées sur la sélection génétique et la programmation nutritionnelle utilisant la plasticité phénotypique métabolique. Ces deux axes de recherche semblent très prometteurs et doivent être poursuivis en priorité durant le futur quinquennat.

Conclusion

▪ Avis global sur le thème

Comme signalé par les auteurs du dossier d'évaluation, ce thème 3 est le plus large parmi ceux développés par l'unité NuMÉA et a fait émerger des thèmes majeurs de recherche pour le futur. Très logiquement, ces thèmes sont en étroite continuation avec les résultats, globalement prometteurs, obtenus durant le dernier quinquennat. Les recherches qui seront menées en relation avec ce thème 3 sont divisées, un peu arbitrairement, entre les futurs thèmes 1 (COMPRENDRE - bases fondamentales de la physiologie de la nutrition) et 2 (AGIR - vers de nouvelles stratégies nutritionnelles). Ces deux futurs thèmes ont pour enjeu commun la substitution efficace des farines et huiles de poissons par des substituts végétaux ou des sous-produits animaux. S'ajoute aux différents axes de recherche identifiés par les chercheurs de NuMÉA la nouvelle problématique des conditions optimales de gavage chez le canard. A ce stade, l'intégration de cette nouvelle thématique, liée à la création de l'UMR INRA-UPPA, paraît relativement artificielle. Un objectif majeur sera d'éviter que ces thématiques sur des modèles biologiques très différents et répondant à des questions globalement assez éloignées ne soient pas finalement mises côte à côte sans réelle interaction entre les chercheurs de l'INRA et les enseignants-chercheurs de l'UPPA. L'unité y perdrait dans ce cas en lisibilité. La rencontre avec les scientifiques de NuMÉA a toutefois rassuré le comité d'experts sur la volonté clairement affichée de collaborer étroitement avec les enseignants-chercheurs de l'UPPA.

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

Les recherches menées dans ce thème 3 et celles proposées pour le prochain quinquennat sont portées par un contexte particulièrement propice, puisque la substitution des farines et huiles de poissons est déjà et sera de plus en plus inéluctable à mesure que l'aquaculture continuera à se développer. Mieux comprendre les mécanismes à l'origine de la baisse de l'ingestion, de l'efficacité alimentaire et de la croissance reste donc une priorité de recherche avec des applications potentielles fortes pour la filière aquacole. Les axes de recherche proposés pour les 5 années à venir sont pertinents, incluant non seulement le poisson et son environnement (cibles majeures du précédent quinquennat),

mais aussi l'aliment lui-même, en testant différentes sources et formulations alimentaires de substitution. Par ailleurs, les voies de la programmation nutritionnelle et de la sélection génétique se doivent d'être poursuivies, ce qui permettrait de positionner l'unité parmi les leaders mondiaux dans ce domaine porteur.

- **Points faibles et risques liés au contexte**

Le dossier d'évaluation a mis en avant, à plusieurs reprises, les limites de l'unité, principalement liées aux ressources humaines restreintes, en comparaison avec d'autres unités INRA. Vu la situation générale des institutions de recherche en France, comme ailleurs en Europe, les effectifs ne pourront augmenter de manière significative dans un avenir proche. Il y a donc lieu d'évaluer si des thématiques ne devraient pas être supprimées, afin de recentrer les efforts de recherche vers celles qui sont les plus porteuses, à savoir la programmation précoce et la sélection génétique, tant au niveau de la compréhension des mécanismes physiologiques et (épi)génétiques mis en œuvre qu'en matière de transfert des résultats vers le secteur de la production. Ces deux thématiques sont également celles qui bénéficient de financements extérieurs, nationaux et internationaux. La diversification de la recherche vers le gavage des canards peut être vue comme une opportunité d'ouverture scientifique, et une voie d'accès aux étudiants de Master 2 (futurs doctorants potentiels), mais également comme un risque de dispersion des efforts de recherche (et des moyens techniques) et de juxtaposition de thématiques ayant peu d'enjeux communs.

L'unité s'est équipée depuis plus de 5 ans d'une plateforme « zebrafish » afin d'intensifier les recherches mécanistiques à l'échelle moléculaire. Force est de constater que les recherches utilisant le poisson-zèbre restent très limitées au sein de l'unité NuMéA, tel qu'en témoigne le faible nombre de publications (2) avec ce modèle biologique. L'investissement en équipement et en personnel pour maintenir opérationnelle cette structure se justifie-t-il réellement ? Peu d'informations sont disponibles dans le dossier d'évaluation afin de soutenir le choix de cette espèce comme modèle expérimental complémentaire à celui de la truite. La discussion avec les chercheurs du thème 3 a fait ressortir la difficulté d'utiliser le poisson-zèbre suite à plusieurs contraintes techniques liées à la petite taille de l'animal.

- **Recommandations**

Privilégier nettement les recherches sur la substitution des farines et huiles de poissons par des ingrédients végétaux via les voies de la programmation nutritionnelle précoce et de la sélection génétique. Evaluer l'opportunité de poursuivre, au-delà de la recherche doctorale en cours, les travaux sur la maîtrise des flux de nutriments en fonction des systèmes d'élevages aquacoles. Mettre en place un dispositif d'échanges scientifique et techniques permettant d'intégrer la problématique du gavage des canards afin d'éviter son isolement et l'absence d'interactions fructueuses entre les équipes INRA et UPPA.

5 • Déroulement de la visite

Dates de la visite

Début : 27 janvier 2015 à 11h00

Fin : 28 janvier 2015 à 12h00

Lieu de la visite

Institution : INRA

Adresse : Pôle Hydrobiologie, Quartier Ibarron, 64310 Saint-Pée-sur-Nivelle

Déroulement ou programme de visite :

Mardi 27 janvier 2015

- 11H00-11H15 : Huis clos du comité d'experts avec le Délégué Scientifique HCERES (DS) : présentation du rôle et des procédures du HCERES, salle ADOUR
- 11H20-11H30 : M. Pierre RENAULT (présentation démarche HCERES), puis M. Patrick KESTEMONT (présentation comité & lancement évaluation), salle ADOUR
- 11H30-12H00 : M^{me} Sandrine SKIBA et M. Stéphane PANSERAT : présentation administrative et scientifique de l'unité, bilan de l'unité, salle ADOUR (présentation + discussion)
- 12H00-12H35 : Thème 1 : présentation des résultats de recherche et des programmes scientifiques par M. Iban SEILIEZ, salle ADOUR (présentation + discussion)
- 13H45-14H20 : Thème 2 : présentation des résultats de recherche et des programmes scientifiques par M^{me} Stéphanie FONTAGNE-DICHARRY, salle ADOUR (présentation + discussion)
- 14H20-14H55 : Thème 3 : présentation des résultats de recherche et des programmes scientifiques par M. Inge GEURDEN, salle ADOUR (présentation + discussion)
- 14H55-15H30 : M^{me} Sandrine SKIBA : projet de l'unité, place de la FR, salle ADOUR (présentation + discussion)
- 15H45-16H30 : Discussion avec les ingénieurs, techniciens et personnels administratifs, salle ADOUR
- 16H30-17H30 : huis clos du comité d'experts en présence du DS, salle NIVELLE

Mercredi 28 janvier 2015

- 08H00-08H30 : Discussion avec les doctorants et post-doc, salle ADOUR
- 08H30-09H00 : Discussion avec les scientifiques, salle ADOUR
- 09H00-09H30 : Discussion avec les représentants des tutelles (INRA, UPPA), salle ADOUR
- 09H30-10H00 : Discussion avec le directeur de l'école doctorale, salle ADOUR
- 10H00-10H15 : Pause-café
- 10H15-12H00 : Huis clos du comité d'experts en présence du DS, salle NIVELLE
- 12H00 : Fin de la visite officielle

6 ● Observations générales des tutelles

Aquapôle
UR 1067 Nutrition, Métabolisme, Aquaculture

Réponse de l'unité de recherche INRA NuMÉA au rapport d'évaluation de la commission HCERES

S2PUR160009766 - Nutrition, Métabolisme, Aquaculture - 0755361V

Nous remercions les membres du comité de l'évaluation HCERES pour le contenu du rapport en particulier les recommandations qui accompagnent ce rapport. Nous avons noté avec satisfaction l'avis et l'opinion très favorables du comité quant à la qualité et l'aspect novateur de nos travaux scientifiques, notre organisation, notre positionnement international en matière de nutrition des poissons et nos interactions avec les acteurs de la filière aquacole. Néanmoins, la commission a soulevé un certain nombre de points de vigilance auxquels nous souhaitons apporter des réponses.

1. Les chercheurs de l'unité de recherche NuMÉA ont pris pleinement conscience que le départ à la retraite et l'accession à un poste de direction de deux directeurs de recherche de l'unité risquaient de fragiliser le positionnement international et national de l'unité et son accès aux fonds de recherche extérieurs, c'est pourquoi ils ont pris leurs responsabilités en s'investissant pleinement dans la gestion de « workpackages » de projets européens (ARRAINA et AQUAEXCEL) ou nationaux (ANR Agreenfish, contrats industriels) et dans la construction de nouveaux projets collaboratifs tant au niveau international que national. Ainsi, au cours des derniers mois, les chercheurs de l'unité ont participé au dépôt de 3 projets européens dont un a été accepté (Aquaexcel2020) et un autre vient de passer la première étape de pré-sélection (BLUEFOOD). Le projet Aquaexcel 2020 et son volet d'ouverture des infrastructures aux collaborateurs européens (« transnational access ») offre un cadre particulièrement favorable pour maintenir voire élargir nos contacts au sein du réseau européen des recherches aquacoles. L'unité a également répondu à l'appel d'offre ERANET COFASP en déposant 4 propositions de projets, l'une en tant que porteur et les trois autres en tant que partenaire. Enfin au niveau national, l'unité est à l'origine d'un projet (NINAqua) qui vient d'être déposé à l'appel d'offre du FUI 20 (Fonds Unique Interministériel). Ce projet d'envergure (> 5 M€) regroupe 6 partenaires industriels répartis sur l'ensemble de la filière aquacole française truite et bar (fabricant d'aliments, fabricants d'ingrédients, institut technique, comité interprofessionnel) et 3 partenaires académiques (INRA, IFREMER et Institut Pasteur de Paris). Enfin, au moins 2 projets ANR (dont un ANR JCJC) seront soumis cet automne. L'ensemble de ces projets devraient consolider notre

position dans le contexte scientifique mais également socio-économique tant au niveau hexagonal qu'européen.

2. La truite et le saumon sont les espèces les plus produites en Europe mais sont aussi des modèles de référence en nutrition et métabolisme des poissons. De plus, les études « génomiques » récentes conduites chez la truite suite au séquençage du génome en 2014, la positionne comme un modèle d'étude majeur et de choix pour des recherches sur le métabolisme en lien avec un génome complexe. Cependant, l'ensemble des projets européens (et même nationaux) sont menés sur plusieurs espèces ce qui favorise les approches comparées. Aussi, pour le prochain contrat, la truite restera le principal modèle d'étude de NuMÉA mais, nous poursuivrons nos travaux sur d'autres espèces de poissons y compris « des espèces moins exigeantes en protéines animales » dans le cadre de collaborations avec nos partenaires européens. L'utilisation du poisson zèbre se justifie pour aborder des questions des recherches amont plus fondamentales (biologie du développement, KO d'un gène, programmation multi-générationnelle...) mais nos travaux préliminaires sur cette espèce démontrent que ce n'est pas le meilleur modèle d'étude pour les recherches en nutrition des poissons en raison de la difficulté à contrôler précisément les quantités d'aliment ingéré du fait de la très petite taille des animaux, même "adultes". Toutefois, nos structures expérimentales nous permettant en seulement quelques semaines de relancer l'élevage du poisson zèbre, nous ne manquerions pas d'utiliser ce modèle s'il s'avérait pertinent pour répondre à des questions scientifiques particulières.
3. L'unité est connue au niveau national et international comme le « laboratoire de nutrition des poissons » de l'INRA. Elle a acquis sa lisibilité sur la base des recherches publiées par ses chercheurs. Sachant que les chercheurs INRA de la future UMR continueront à travailler et à publier sur le modèle poisson, en liaison avec des partenaires académiques nationaux et internationaux mais également des entreprises de la filière aquacole, l'unité devrait pouvoir garder sa lisibilité non seulement au sein de l'INRA mais également à l'extérieur et ce malgré l'intégration de travaux de recherche sur les palmipèdes à foie gras.

L'association avec les enseignants chercheurs de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour sera principalement organisée autour de deux grands domaines de recherche sur la base des compétences et expertises scientifiques des chercheurs et des enseignants chercheurs et non sur celle des espèces étudiées. L'objectif de cette organisation est de permettre une réelle interaction entre les chercheurs de NuMÉA et les enseignants chercheurs de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA) et un enrichissement mutuel des équipes poissons et canards comme le mentionne, à juste titre, la commission d'évaluation. Ces deux domaines d'interaction qui, nous le regrettons, n'ont pas été suffisamment explicités durant la visite du comité, seront d'une part, le microbiote intestinal dont nous étudierons le lien avec le fonctionnement du tube digestif, le métabolisme et l'efficacité alimentaire et, d'autre part, la mise en

Aquapôle, INRA, Quartier Ibarron, 64310 Saint-Pée-sur-Nivelle, France

Tel: +33 (0)5 59 51 59 51 - Fax: +33 (0)5 59 54 51 52

Tél. direct : +33 (0) 5 59 51 59 93- mail: skiba@st-pee.inra.fr – http://www6.bordeaux-aquitaine.inra.fr/st_pee/

Etablissement Public à caractère Scientifique et Technologique placé sous la tutelle conjointe des ministres chargés de la Recherche et de l'Agriculture

place et l'évolution de la stéatose hépatique en lien avec les mécanismes de signalisation cellulaire (insuline/acides aminés/glucose) et l'autophagie.

4. Dans l'appréciation sur l'interaction avec l'environnement social et économique et culturel, le comité souligne qu'il est important pour l'unité de maintenir une expertise suffisamment généraliste en nutrition et alimentation des poissons et proche de la profession afin de conserver nos relations avec les partenaires privés. Nous regrettons de ne pas avoir clairement montré lors de la visite du comité que des compétences en zootechnie persistaient bien au sein de l'unité malgré le départ de certains chercheurs et qu'elles avaient été renforcées par le recrutement en 2012 d'un ingénieur de recherche possédant ces compétences et dont une des missions est de prendre en charge la responsabilité des prestations et contrats de recherche avec les professionnels de la filière, en adéquation avec le projet de l'unité.
5. La thématique de l'étude du remplacement de la farine et de l'huile de poisson par des matières premières végétales est certes ancienne dans l'unité mais reste totalement d'actualité y compris pour la truite qui demeure la première espèce de poissons élevée en France. En revanche, la stratégie d'utilisation de nouveaux ingrédients autres que les produits végétaux (insectes, micro-algues, levures...), la programmation nutritionnelle et la sélection génétique sont des concepts beaucoup plus récents et novateurs sur lesquels nous nous sommes appuyés pour construire notre futur projet d'unité. Enfin, notre relation privilégiée avec l'ensemble des partenaires de la filière aquacole comme l'indique l'intérêt des partenaires privés pour le projet FUI NINAqua sera un atout dans l'avenir pour anticiper les besoins de la filière et infléchir si nécessaire notre projet scientifique.
6. En ce qui concerne les relations avec l'unité ECOBIOP, il semble que nous ne les ayons pas suffisamment explicitées lors de la visite. En effet, des projets collaboratifs existent déjà entre les unités NuMÉA et ECOBIOP en particulier dans le domaine des interactions entre métabolisme et environnement chez différentes espèces de poisson (salmonidés, civelle). Ils s'inscrivent dans le cadre de la fédération de recherche MIRA dont NuMÉA est un membre actif. Ces recherches seront poursuivies lors des prochaines années.
7. Le comité nous recommande « d'évaluer l'opportunité de poursuivre, au-delà de la recherche doctorale en cours, les travaux sur la maîtrise des flux de nutriments en fonction des systèmes d'élevages aquacoles ». Nous regrettons de ne pas avoir été suffisamment clairs sur cet aspect lors de la présentation du projet d'unité au cours de la visite car la prise en compte des systèmes d'élevage dans l'évaluation de l'efficacité des productions animales est une priorité pour le département PHASE. De plus, le recrutement sur cette thématique « système » d'une jeune chargée de recherche dans l'intervalle du dépôt du dossier d'évaluation et de la visite du comité nous a conduits à faire évoluer une partie du projet d'unité afin de tenir compte de ses compétences et de

ses propositions de recherche. Ainsi le travail de thèse sur le phosphore sera mis en veille et une étude de l'impact des interactions entre le système d'élevage (ou certains paramètres du système d'élevage) et le type d'alimentation sur les flux de nutriments sera développée.

Saint Pée sur Nivelles, le 4 Mai 2015.



Sandrine SKIBA, directrice de l'UR NuMéA

INRA - UR NuMeA
- Nutrition, Métabolisme, Aquaculture -
Quartier Ibarron
64310 ST PEE-SUR-NIVELLE - FRANCE
Tél. (33)5.59.51.59.51 - Fax (33)5. 59. 54. 51. 52