



HAL
open science

STLO - Science et technologie du lait et de l'oeuf

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. STLO - Science et technologie du lait et de l'oeuf. 2016, Institut national de la recherche agronomique - INRA, Agrocampus Ouest - Institut supérieur des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage. hceres-02034520

HAL Id: hceres-02034520

<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02034520>

Submitted on 20 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

HCERES

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

Entités de recherche

Évaluation du HCERES sur l'unité :
Science et Technologie du Lait et de l'Œuf
STLO

sous tutelle des
établissements et organismes :
Institut National de la Recherche Agronomique
Agrocampus Ouest - Institut Supérieur des Sciences
Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du
Paysage

Campagne d'évaluation 2015-2016 (Vague B)

HCERES

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

Entités de recherche

Pour le HCERES,¹

Michel Cosnard, président

Au nom du comité d'experts,²

Béatrice Biscans, présidente 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 : Science et Technologie du Lait et de l'Œuf

Acronyme de l'unité : STLO

Label demandé : Renouvellement sans restructuration

N° actuel : 1253

Nom du directeur (2015-2016) : M^{me} Joëlle LEONIL

Nom du porteur de projet (2017-2021) : M. Yves LE LOIR

Membres du comité d'experts

Présidente : M^{me} Béatrice BISCANS, CNRS, Université de Toulouse

Experts : M. Jean-Louis BRESSON, Hôpital Necker-Enfants Malades

M. Gérard CUVELIER, AgroParisTech

M. George DAUBE, Université de Liège

M. Steve LABRIE, Centre STELA/INAF, Université Laval, Québec

M^{me} Marie-Hélène MOREL, Inra, représentante de la CSS Inra SIAMM (Sciences et Ingénierie des Aliments, des Matériaux, des Molécules pour la chimie et l'énergie)

Délégué scientifique représentant du HCERES :

M. Jean-François HOCOQUETTE

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M^{me} Monique AXELOS, INRA CEPIA

M^{me} Emmanuelle CHEVASSUS-LOZZA, AGROCAMPUS OUEST

M^{me} Emmanuelle MAGUIN, Inra MICA

Directeur ou représentant de l'École Doctorale :

M^{me} Nathalie THERET, ED n°092 « ED VAS Vie-Agro-Santé »

1 • Introduction

Historique et localisation géographique de l'unité

Le Laboratoire Science et Technologie du Lait et de l'Oeuf est une unité mixte de recherche sous tutelle de l'Inra et d'Agrocampus-Ouest. L'unité sous sa forme actuelle a été créée en 2004. L'UMR 1253 STLO est l'une des plus grandes structures dédiées à l'exploration et à la valorisation du lait et de l'œuf et a une forte interaction avec les formations universitaires et les industries du lait et de l'œuf de Rennes et sa région. L'UMR STLO est localisée sur le complexe agronomique Inra / Agrocampus Ouest, rue de Saint Brieuc à Rennes

Équipe de direction

La direction du laboratoire est assurée par M^{me} Joëlle LEONIL, directrice de recherche Inra, et par deux directeur-adjoints M. Yves LE LOIR, directeur de recherche Inra et M. Romain JEANTET, professeur Agrocampus Ouest. Deux chargés de mission font également partie du comité de direction : M. Pierre SCHUCK, ingénieur de recherche Inra, pour le partenariat industriel et M^{me} Sylvie LORTAL directrice de recherche Inra pour le lien avec les enjeux de l'Inra.

Nomenclature HCERES

Sous-domaine : SVE2

Sous-domaine principal : SVE2-LS9

Sous-domaine secondaire : SVE1-LS1

Domaine d'activité

Le STLO relève du domaine des sciences de l'aliment et fait appel aux compétences de biochimie, microbiologie et génie des procédés ainsi qu'à celles connexes de biophysique, nutrition ou génomique quand cela est nécessaire. Les thèmes traités sont :

- les interactions structures-fonctionnalités des protéines et des lipides ;
- les transferts et interactions procédés-produits en lien avec l'industrie laitière ;
- les mécanismes de déstructuration aux différentes échelles de la digestion, bioactivité et nutrition ;
- la microbiologie de l'œuf et des ovoproduits ;
- les phénomènes d'origine microbiologique dans le fromage ;
- les mécanismes, la biodiversité bactérienne et les interactions *in situ*.

Effectifs de l'unité

Composition de l'unité (ETP entre parenthèses)	Nombre au 30/06/2015	Nombre au 01/01/2017
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	11 (5,5)	11 (5,5)
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	25 (24,4)	23 (23)
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	41 (38,6)	41 (38,6)
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, post-doctorants, etc.)	4	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	9	
N7 : Doctorants	26	
TOTAL N1 à N7	116 (107,5)	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	20	

Bilan de l'unité	Période du 01/01/2010 au 30/06/2015
Thèses soutenues	38
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	5
Nombre d'HDR soutenues	5

2 • Appréciation sur l'unité

Introduction

Le STLO est une unité de recherche d'environ 120 personnes, dont 11 enseignants-chercheurs, 25 chercheurs (incluant les IR) et 41 ITA. Les doctorants, post-doctorants et personnels contractuels complètent le laboratoire qui est situé sur le complexe agronomique Inra / Agrocampus Ouest de Rennes. Le STLO se définit par rapport aux enjeux liés à l'exploration et de la valorisation du lait et de l'œuf, dans un objectif plus général de développer des systèmes alimentaires sains et durables. Les thèmes de recherche développés concernent l'étude de la composition et de la structure du lait et de l'œuf, les processus physico-chimiques et microbiologiques intervenant au cours de leurs transformations ainsi que les procédés associés. La stratégie adoptée au cours de ce mandat a été de mettre l'accent sur les liens produits-procédés et d'introduire dans les études une démarche intégrée d'écoconception. Les recommandations du rapport d'évaluation de la campagne précédente ont été suivies en fixant deux grands axes de recherche : comprendre les évolutions structurales lors de la construction et de la déconstruction des matrices alimentaires d'une part et comprendre l'expression *in situ* des potentiels bactériens et valoriser la biodiversité bactérienne d'autre part. L'unité s'est notamment centrée sur la consolidation de sa structuration interne.

Avis global sur l'unité

Le STLO est une unité de taille moyenne, dédiée à l'exploration et à la valorisation du lait et de l'œuf et qui a une forte interaction avec les formations universitaires et les industries du lait et de l'œuf de Rennes et de sa région. Le STLO est un laboratoire incontournable dans son domaine et développe une approche générique et intégratrice, multidisciplinaire se caractérisant par sa capacité à poser des questions de recherche sur le rôle des matrices, de leur structure et de leur évolution. Les contributions scientifiques sont remarquables par la quantité des publications (290 publications dont 73 % sont dans le 1^{er} quartile des revues, 10 ouvrages, 73 chapitres d'ouvrages) et des thèses soutenues sur la période (38 thèses). Ainsi, le STLO a une excellente production scientifique, une grande visibilité au plan national et se positionne au plan international. Le STLO est impliqué, pour la période, dans 14 projets ANR dont 6 en coordination, et est très actif dans les actions de l'Inra en participant à trois métaprogrammes : « méta-omiques et écosystèmes microbiens », « gestion intégrée de la santé animale » et « déterminants et impact de la diète, interactions et transitions ». Le STLO est une entité reconnue par les collectivités territoriales (20 % du montant des contrats) et est également soutenu par le monde industriel (16 bourses Cifre sur la période, 40 % du montant des contrats). L'interaction avec les partenaires privés est importante avec la particularité de l'accueil de cellules R&D de coopératives, de PME-PMI et TPE dans les locaux du STLO. Le pilotage des 6 équipes et des deux plateformes du STLO est marqué par une volonté de cohésion thématique. Le projet d'unité est clair et a été construit sur la base du regroupement de trois équipes existantes et du maintien des trois autres équipes en continuité

Points forts et possibilités liées au contexte

Le STLO est un laboratoire phare dans le domaine de la production de connaissances relatives au lait et à l'œuf et est reconnu au niveau national tout en augmentant sa visibilité au niveau international. Les thèmes portés par les six équipes actuelles couvrent un domaine large des sciences de l'aliment et s'enrichissent des compétences de disciplines connexes. Les problématiques scientifiques sont en évolution et régénérées grâce à un large réseau de collaborations académiques et industrielles que le laboratoire a su créer et stabiliser. L'unité dispose de structures d'appui bien organisées et efficaces, dont deux plateformes expérimentales. Les chercheurs du laboratoire ont mis en place des programmes et se positionnent de façon dynamique sur des actions stratégiques. La direction du laboratoire a très bien conduit ces évolutions.

Points faibles et risques liés au contexte

L'unité a fourni un gros effort de recentrage de ses activités qui lui donne une visibilité accrue et le travail qui s'achève a mené au projet de regroupement de trois équipes dans le domaine de la microbiologie. Cette nouvelle configuration requiert une vigilance particulière afin d'assurer la cohérence et la cohésion de cette nouvelle équipe microbiologie qui est pour l'instant présentée comme une juxtaposition de compétences. Par ailleurs, un effort particulier devrait être porté sur une animation interne impliquant toutes les équipes afin d'assurer l'adhésion de tous, autour du nouveau projet. D'autre part, ce nouveau projet montre certaines similitudes avec les activités d'autres unités de recherche française. Une attention particulière devra donc être exercée afin d'éviter les dédoublements. Des liens de collaborations pourront certainement être établis.

Recommandations

Le STLO est un laboratoire de grande qualité ; la recommandation principale est donc de poursuivre dans la même direction. Il est toutefois recommandé d'être vigilant par rapport à la pérennité du thème écoconception récemment initié. Par ailleurs, le STLO pourrait continuer à expliciter une stratégie internationale au-delà de la reconnaissance et du rayonnement indéniable de quelques chercheurs.

Le renforcement de la structuration interne récente devrait s'appuyer d'une part sur une animation scientifique au sein des équipes incluant les doctorants et d'autre part sur des axes transversaux inter-équipes permettant d'échanger des approches communes et de croiser les compétences. Enfin, la mise en place d'un conseil scientifique composé de chercheurs extérieurs est une voie que le comité d'experts invite l'unité à considérer pour l'aider à valider ses choix. La recommandation est donc de veiller à mettre en œuvre des modalités et une animation scientifique permettant de créer une cohérence au sein de la nouvelle large équipe et de croiser les compétences entre équipes pour maintenir les thématiques phares de l'unité.

3 • Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Les questions de recherche traitées par le STLO sont des questions-clés, au cœur des problématiques de transformation et d'utilisation des produits issus du lait et de l'œuf dans une logique de qualité et de développement durable.

Le laboratoire a une excellente production scientifique de l'ordre de 60 publications par an, soit un taux de 2 publications/ETP/an dans des journaux d'excellente qualité selon le référentiel Inra (par ailleurs, 73 % des publications dans des journaux du premier quartile). Sur la totalité des publications co-signées (290 publications sur la période), 70 % sont propres à l'unité (le premier et/ou le dernier auteur est membre de l'unité). La « science et la technologie des aliments » est le domaine de recherche dans lequel le STLO publie le plus (57 %). Le laboratoire couvre également, de façon non négligeable les domaines de la « microbiologie » ou de la « biotechnologie et de la microbiologie appliquée », de la « chimie appliquée », de la « nutrition diététique », de la « chimie-physique » et de la « science des polymères ». Certains des journaux ont un fort facteur d'impact et sont les meilleurs journaux dans le domaine (journal of Dairy Science, Food Hydrocolloids, Langmuir, Soft Matter), et le nombre de citations est en augmentation (de 30 % par rapport à la période précédente). Environ, 50 % des articles ont été publiés avec d'autres équipes de recherche en France et 33 % avec des partenaires étrangers. Parmi les 300 publications de l'unité sur la période, 130 ont été induites par des sujets de thèses. Enfin, on note la participation ou la coordination d'un grand nombre d'ouvrages scientifiques (10 ouvrages, 73 chapitres d'ouvrages).

Appréciation sur ce critère

La qualité et le volume des productions scientifiques du STLO sont d'un excellent niveau. La production scientifique est remarquable, couvrant un champ large autour des sciences de l'aliment et avec une contribution significative à d'autres secteurs.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le STLO est un laboratoire incontournable dans son domaine. Ceci se traduit par des implications dans différentes organisations telles que le réseau français des Centres de Ressources Biologiques « micro-organismes », le GDR AMC2 « Approches Multiphysiques pour les systèmes Colloïdaux Concentrés, le Club Français des Membranes (CFM), le GIS Biologie-Physique du Grand Ouest, le réseau CNRS-Inra Modaltub. Plus récemment, le laboratoire a rejoint deux nouveaux réseaux centrés sur les questions d'écoconception et d'analyse multicritère : réseau EcoSD et réseau AgroACV.

Sur la période, l'unité a organisé ou co-organisé 6 conférences internationales et les membres du laboratoire ont donné une soixantaine de conférences en tant qu'invités dans des congrès portant sur les technologies laitières. Même si ces invitations se concentrent sur un nombre limité de chercheurs, cela démontre la forte visibilité de l'unité. Il faut souligner que le STLO a organisé les 1ères Rencontres Internationales sur le Lait en 2014 et s'est ainsi positionné comme un centre leader sur le sujet. Un fort engagement des membres dans des missions d'expertise est également à noter.

L'unité est attractive et a su attirer en son sein des chercheurs permanents à bon potentiel, on note 5 arrivées par recrutements externes et 5 par mobilité. Le laboratoire se distingue par sa capacité à répondre à des appels d'offres pertinents dans son domaine au niveau régional (projet PROFIL), national (ANR) ou international (projet COST).

Le STLO est impliqué pour la période dans 14 projets ANR dont 6 en coordination et est très actif dans les actions de l'Inra en participant à trois métaprogrammes : « méta-omiques et écosystèmes microbiens », « gestion intégrée de la santé animale » et « déterminants et impact de la diète, interactions et transitions ».

Appréciation sur ce critère

L'attractivité nationale du STLO est d'un excellent niveau. L'unité est aujourd'hui incontournable en France dans le domaine des sciences associées à la transformation des produits laitiers et rayonne indéniablement au plan scientifique en Europe. Elle a su gagner un excellent niveau sur quelques dimensions à l'international.

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

L'UMR STLO a construit un réseau de partenariat industriel à la fois avec des grands groupes internationaux (Valio, Unilever, Mondelez, Arla food) et nationaux (Fromageries Bel, Bongrain, CF&R, Entremont Alliance, Eurial, Coopérative d'Isigny Ste Mère, Laita, Laiterie de Montaigu, SILL réunis au sein de BBA, Bretagne Biotechnologies Alimentaires) du secteur laitier et alimentaire, des PME (Equibiotech, MixScience), CNIEL qui est l'interprofession laitière. Ce partenariat se traduit par de nombreuses collaborations. Le laboratoire est également très actif dans la valorisation de nouveaux produits et le transfert de méthodes sous forme de logiciels. L'unité a une volonté de démonstration à travers la plateforme technologique dédiée au lait et à ses dérivés (pilotes de filtration, membranaire, traitement thermique, homogénéisateur, ateliers de fromagerie). Cet outil adossé à l'UMR est certifié ISO9001 et est reconnu plateforme Lait nationale par l'Inra.

Au cours de cette période, l'unité a concédé 28 licences du logiciel SD2P® depuis sa création, dont 7 à l'étranger, ce qui est un indicateur remarquable vis-à-vis du monde socio-économique.

Le STLO est une entité reconnue par les collectivités territoriales (20 % du montant des contrats) et est également soutenu par le monde industriel (16 bourses Cifre sur la période, 40 % du montant des contrats). L'interaction avec les partenaires privés est importante avec la particularité de l'accueil de cellules R&D de coopératives, de PME-PMI et TPE dans les locaux du STLO. Il ne semble pas que la proximité des questions et de partenariat avec les entreprises pénalise le pilotage scientifique et la capacité à être au meilleur niveau dans les fronts de science couverts par le STLO. Cette synergie est donc bien conduite par la direction et les chercheurs du laboratoire.

Appréciation sur ce critère

L'interaction du STLO avec l'environnement social, économique et culturel est très bonne. Les partenariats avec les entreprises constituent une force du STLO et l'inscrivent dans une dynamique collaborative essentielle. Des perspectives de collaborations de recherche pourraient être envisagées en lien avec des besoins sociétaux de la discipline.

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

Le STLO est organisé en six équipes de recherche, deux plateformes techniques et une équipe d'appui à la recherche. La taille des équipes est bien équilibrée pour les équipes E1 (Interactions Structures Fonctionnalités des Protéines - ISF-PL), E2 (Transferts Interactions Procédés-Produits Industrie Laitière - TIPIL), E3 (Bioactivité et Nutrition - BN) et E6 (Biodiversité Bactérienne et Interaction In Situ - B2ISI) mais l'effectif reste faible pour les équipes E4 (Microbiologie de l'œuf et des Ovoproduits - MICOV) et E5 (Microstructures Fromagères et Bactéries - MICRO). Ces deux équipes sont potentiellement plus fragiles.

Notons l'ouverture au collectif de l'équipe ISF-PL, avec le positionnement de personnels sur des tâches méthodologiques transverses, ainsi qu'en interface avec les équipes TIPIL et BN.

La gouvernance de l'UMR est assurée par un comité de direction constitué de la directrice, des deux directeurs adjoints et des deux chargés de mission. Les responsables d'équipes et de plateformes sont réunis par le comité de direction une fois par mois pour débattre des priorités en matière de postes et de budget. Les demandes traitées en comité de direction élargi, émanent d'un travail d'animation et d'une concertation au sein des équipes. Les décisions sont alors transmises à un conseil de service qui est constitué de représentants de toutes les catégories de personnel, cette entité n'intervenant pas sur les choix retenus. Les entretiens collectifs ou les rencontres avec le personnel nous ont confirmé que cette organisation fait l'unanimité au sein de l'unité. Ce fonctionnement participatif est exemplaire et est le fruit d'un travail collectif soutenu sur la période.

L'animation scientifique fonctionne bien au niveau du laboratoire par la mise en place de séminaires ou d'assemblées générales. Une cellule d'animation scientifique a été créée pour cela. Sur la période 159 interventions courtes ont été programmées avec une répartition équilibrée entre intervenants internes et externes.

Au niveau des équipes, l'animation scientifique conduit à faire émerger de nouvelles pistes de recherche, des projets transversaux ou un appui spécifique à un thème. Les doctorants et post-doctorants y contribuent significativement (Journée Doctorama).

Pour ce qui concerne les personnels, on note 5 arrivées par recrutements externes et 5 par mobilité. Les agents ITA sont répartis au sein des équipes de recherche et des plateformes, excepté pour les tâches administratives,

informatiques, de documentation et d'entretien qui sont regroupées au sein d'un service d'appui mutualisé. L'intégration des personnels est parfaitement réussie.

Un effort important est mené sur la partie hygiène et sécurité avec un nombre important d'assistants de prévention : 6 agents Inra et 1 Agrocampus, nombre qui s'explique par la diversité et le type d'expériences menées.

Enfin, la mise en commun de tous les moyens contribue à donner une très grande réactivité et une autonomie à cette unité. Elle permet également une politique d'équipement pertinente.

Appréciation sur ce critère

L'organisation et la vie de l'unité sont excellentes. L'animation scientifique est assurée au sein des équipes et de l'unité et le processus global d'instruction des projets et d'arbitrage centralisé autour du comité de direction et des responsables d'équipes et de plateformes fait l'adhésion de tous.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Les membres de l'unité assurent des responsabilités pédagogiques et d'enseignement, notamment au sein d'Agrocampus Ouest : spécialité des Master ALIMN et ingénieur SAME. De nombreux étudiants sont accueillis au sein du laboratoire. On peut aussi noter l'implication dans la formation permanente (25 sessions de formation par an).

Un membre du STLO est co-responsable d'un programme intensif d'éducation et de formation porté par Erasmus sur le thème des « produits fonctionnels pour des aliments sur mesure » au niveau master pour des étudiants de huit universités européennes.

Le STLO accueille un nombre conséquent de doctorants (60 doctorants sur la période, 38 thèses soutenues) ce qui démontre la forte implication des membres dans la formation par la recherche. On peut observer une nette augmentation du nombre de thèses soutenues par rapport au mandat précédent (16 sur le mandat précédent, 38 sur cette période) et toutes les thèses soutenues ont au moins une publication. Le STLO est rattaché à l'École Doctorale de l'Université de Rennes 1, ED-VAS (Vie-Agro-Santé), ED 092. Les thèses ont une durée moyenne de 38 mois.

Le STLO a accueilli sur la période 5 post-doctorants pour 60 doctorants ; ce ratio pourrait être plus fort, en particulier en provenance de grands centres de recherche internationaux. L'origine des doctorants est pour 55 % issue de diplômes français, 45 % sont donc d'origine internationale avec une majorité du Brésil.

Appréciation sur ce critère

L'implication du STLO dans la formation par la recherche est très bonne. Les membres de l'unité assurent de nombreuses responsabilités d'enseignement et pédagogiques notamment au sein d'Agrocampus Ouest. L'unité accueille de nombreux étudiants et assure aussi la formation permanente de personnels.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

L'essentiel du projet s'inscrit dans une continuité avec le fonctionnement et les orientations actuelles. L'analyse des forces et des faiblesses proposées correspond bien à l'analyse reportée précédemment dans ce rapport. Les dimensions de pluridisciplinarités et de multi-échelles apparaissent bien comme des forces. Le projet se caractérise par trois grands objectifs :

- améliorer la capacité interne à construire collectivement des projets, en particulier sur les thématiques relatives à la microbiologie alimentaire des deux filières, lait et œuf. Pour cela les équipes actuelles MICROV, MICRO et B2ISI fusionnent et forment une masse critique (9 chercheurs, 3 enseignants-chercheurs et 8 techniciens). Les points de convergence scientifiques seront construits ;

- s'ouvrir davantage vers l'extérieur, en intensifiant les projets européens, en particulier en mettant en avant la plateforme technologique et le centre de ressources biologique, et renforcer les projets internationaux avec les pays du sud et émergents ;

- s'adapter aux mutations du modèle alimentaire mondial : produire des aliments sûrs, de haute qualité avec le moins de ressources possible. Il est envisagé pour cela d'étendre les recherches aux produits mixtes lait/végétaux combinés au potentiel de la biodiversité microbienne. Cette nouvelle orientation se fera en collaboration avec

d'autres laboratoires de l'Inra. Il est également proposé de créer au niveau du laboratoire un axe transversal procédés-écoconception pour prendre en compte les préoccupations environnementales. L'écoconception fera l'objet d'actions spécifiques.

Ces nouvelles pistes de recherche constituent la prise en compte des évolutions sociétales. Toutefois, les problématiques qui constituent le socle fondateur et l'originalité de cette unité (physico-chimie, microbiologie et génie des procédés appliqués à l'étude de la structuration et de la déstructuration de matrices) devront demeurer des questions-clés, au cœur du champ d'expertise de l'unité.

Concernant la plateforme Lait adossée au STLO, l'ambition est de lui donner une labellisation nationale et internationale. Des actions de rénovation sont en cours.

Concernant la plateforme CIRM-BIA centrée sur la collection d'espèces bactériennes, l'ambition est de devenir un centre de ressources biologiques de référence, dédié à la conservation des consortia impliqués dans les fermentations alimentaires.

Appréciation sur ce critère

Pour le prochain quinquennal, le projet et les perspectives d'activités du STLO sont très bons. Le projet de l'unité s'inscrit dans la continuité des thèmes forts des équipes et a été construit sur le regroupement de trois équipes MICIV, MICRO et B2ISI en une seule équipe dont les thématiques sont à développer. L'effort pour créer un axe transversal écoconception est encouragé par le comité d'experts.

4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 1 : Interactions – Structures – Fonctionnalités des Protéines et Lipides (ISF-PL)

Nom du responsable M. Saïd BOUHALLAB

Domaine d'activité de l'équipe : Biochimie, physico-chimie

Composition de l'équipe (ETP entre parenthèses)	Nombre au 30/06/2015	Nombre au 01/01/2017
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3 (1,5)	3 (1,5)
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	6 (5,6)	5 (5)
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	4 (3,5)	4 (3,5)
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, etc.)	1	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
N7 : Doctorants	4	
TOTAL N1 à N7	19 (16,6)	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2010 au 30/06/2015
Thèses soutenues	7
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1
Nombre d'HDR soutenues	2

• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe ISF-PL comprend 8 scientifiques (4 HDR), 1 IR, 2 AI et 2 TR. Depuis une dizaine d'années, elle s'est positionnée sur l'étude des mécanismes physico-chimiques et thermodynamiques qui président à l'assemblage des protéines et des lipides, considérés individuellement ou combinés. Elle aborde cette problématique par l'étude du comportement de phase de systèmes modèles parfaitement caractérisés sur le plan moléculaire et qui relèvent souvent de la complexité des systèmes multi-composites. Elle s'applique à opérer une analyse multi-échelle de ces

systèmes (du moléculaire au macroscopique), et s'appuie sur les formalismes de la physique de la matière molle pour expliciter l'état d'organisation et la dynamique. La démarche poursuivie par l'équipe ISF-PL est conceptuellement exigeante. Elle est conduite en collaboration étroite avec plusieurs membres du département Matière Molle de l'institut physique de Rennes (IPR). Sur la base de ses publications scientifiques, on peut dire que l'équipe a une bonne maîtrise des outils d'analyse biophysiques (RMN, l'ITC et la DSC) et a recours, de façon courante, aux grands instruments de rayonnements (RX, neutrons, lumière).

L'objectif de la démarche d'ISF-PL est *in fine* d'acquérir des connaissances utiles à la meilleure maîtrise de la fonctionnalité des produits issus du lait et de l'œuf. La portée transversale des travaux s'illustre par le positionnement de 2 des 8 scientifiques de l'équipe à l'interface de thématiques propres aux équipes TIPIL (maîtrise des opérations de transformation du lait) et BN (qualités nutritionnelles des produits laitiers et ovoproduits). Par ailleurs, l'insertion dans le collectif est avérée par le positionnement de l'IR, des 2 AI et 1 TR sur des opérations analytiques ouvertes à l'unité ainsi que par la production de 42 publications co-signées avec les autres équipes de STLO.

Sur la période, ISF-PL a co-signé un total de 99 articles scientifiques ACL, dont 74 (75 %) sont portées par l'équipe (le premier et/ou le dernier auteur est membre de l'équipe). Parmi ces 74 publications, 49 sont vraiment propres à l'équipe et 25 sont co-signées avec des membres des autres équipes de l'unité. La plupart des articles sont dans le 1er quartile dont 17 classés exceptionnels selon le référentiel Inra de notoriété des revues scientifiques. Avec une moyenne de 2,85 articles/ETP scientifique/an, 8 chapitres d'ouvrages scientifiques et 46 conférences internationales avec actes, la production de l'équipe s'avère très satisfaisante sur la période (2010 à mi-2015). Il faut d'ailleurs souligner la régulière progression de cette production au cours du quadriennal, de 13 articles publiés en 2010 à 17 en 2014 et 21 à la mi-2015. Environ 18 % des ACL ont été publiés dans des journaux relevant du domaine de la science des colloïdes et interfaces, de l'organisation structurale des biomolécules ou des biopolymères ou encore de la physique de la matière molle. Ils témoignent de l'atteinte des ambitions conceptuelles de l'équipe. L'intérêt et le succès de la démarche exigeante de ISF-PL apparaît à la lecture des résultats accumulés au cours du quadriennal. Ainsi, c'est bien la maîtrise et la compréhension acquises par ISF-PL sur les processus d'agrégation et d'assemblage des protéines ou encore sur l'état d'organisation des lipides du lait qui ont servi de socle aux travaux de l'équipe BN sur l'impact de la structure des aliments sur leur digestibilité.

Les 42 % de publications réalisées en partenariat avec les autres équipes de STLO, illustrent l'effet de levier des approches génériques conduites par ISF-PL à l'échelle du collectif STLO. Avec 50 % et 21 % de ses publications respectivement réalisées dans le cadre de collaborations nationales et internationales, l'équipe ISF-PL s'affirme comme un acteur majeur des travaux consacrés à l'étude de la structure et la fonctionnalité des assemblages de protéines et lipides dérivés du lait et des œufs.

Appréciation sur ce critère

La qualité et le volume des productions scientifiques de l'ISF-PL sont excellents. A l'échelle nationale et internationale l'équipe se positionne d'une façon originale et exigeante en mariant intelligemment recherches génériques et finalisées, chose encore relativement rare dans le domaine de la Science des Aliments. Au cours du quadriennal, l'équipe a réalisé une percée d'ampleur internationale en établissant la structure de la membrane des globules gras du lait et en révélant son rôle dans l'interaction avec la lipase gastrique.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Sur le plan national, ISF-PL a été porteur de deux projets ANR : Laclys -2008-2011 centrée sur les mécanismes d'assemblage des protéines du lait et Agilait 2007-2010 centrée sur la structure du globule gras du lait. L'équipe a participé à une ANR Valobab (2012-2016) centrée sur la valorisation nutritionnelle du Beurre. Notons également son association institutionnalisée avec l'équipe « Matière Molle » de l'Institut Physique de Rennes et ses nombreuses collaborations avec des équipes françaises de physico-chimistes de renommées internationales (IMM du Mans, ESPCI-Paris, IEPL-CNRS Marseille). Les deux domaines d'expertise de l'équipe sont donc parfaitement lisibles à l'échelle nationale. L'intérêt des pairs, qu'ils soient scientifique ou industriel (Nestlé) dépasse le cadre national et s'est manifesté à travers 4 conférences invitées.

L'équipe entretient des liens forts (échanges de doctorants, séjours de chercheurs) avec le CSIRO et l'Université de Melbourne, l'Université de Viçosa (accueil 2 doctorants en thèses internationales) et depuis peu avec l'Université de Lund (co-publications, échange doctorant). Notons la mise en place d'une collaboration très active

avec le TEAGASC (co-publications, partenariat Hubert Curien) et des participations aux jurys de thèses soutenues à l'étranger (4 sur la période).

L'équipe a participé aux comités d'organisation de congrès internationaux (6 sur la période). ISF-PL est un membre actif (organisation de congrès tous les 2 ans) du GIS Biologie Biophysique du Grand Ouest (coordination : Institut de Physique de Rennes), elle a consolidé sa relation pérenne avec l'IPR par la création d'une équipe transverse interinstitutionnelle en 2011. Les membres de l'équipe ont été sollicités afin d'expertiser/évaluer des projets nationaux (3) et internationaux (Canada, Nouvelle-Zélande, Irlande, Israël, France, Amérique latine).

Les 76 conférences ACT réalisées par l'équipe ISF-PL, dont 62 % réalisées dans le cadre de congrès internationaux, sont de bons indicateurs de son souci de lisibilité et de l'intérêt de la communauté internationale pour ses travaux.

Appréciation sur ce critère

L'attractivité nationale de l'équipe est d'un excellent niveau. ISF-PL joue un rôle structurant au niveau national de par son implication auprès de l'ANR. Les relations à l'international sont également d'un excellent niveau avec une solide collaboration avec l'Université de Lund et le Teagasc (projet commun, échanges de doctorants).

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

En région, ISF-PL joue un rôle structurant auprès de l'interprofession avec le portage de projets de recherche en lien avec le CNIEL, l'IRTEG et avec la coordination de plusieurs volets du méta-projet inter-régional PROFIL (2014-2019) : Assemblages PROtéiques multi-Fonctionnels (4.37M€ ; 10 partenaires industriels ; 6 académiques ; 11 thèses financées - dont 3 pour ISF-PL).

ISF-PL a coordonné un projet régional sur les propriétés moussantes du blanc d'œuf qui impliquait les principaux fabricants français d'ovo-produits et déposé deux brevets sur la période concernant ce secteur d'activité. Enfin sur le front du secteur laitier l'équipe a réalisé une étude de pré-valorisation d'un brevet qu'elle avait déposé en 2010. Les perspectives pour le prochain quinquennal sont excellentes puisque les membres de l'équipe ISF-PL seront en charge de 3 workpackage du métaprojet PROFIL (4.37M€) soutenu par les régions Bretagne et Pays de Loire et l'interprofession laitière.

Sur la période l'équipe a donc engagé 7 projets de recherches en lien avec des industriels (FUI, contrat one-to-one) pour lesquels elle assure également 8.5j/an de formation continue. Elle participe à des actions de diffusion des connaissances auprès du grand public (fêtes de la science, accueil de scolaires) ou des actions de formation à destination des enseignants de collège.

Appréciation sur ce critère

Au cours du quadriennal l'équipe ISF-PL a maintenu une bonne activité partenariale avec les professionnels des secteurs lait et ovo-produits. Cela s'est traduit par la mise en place et le développement de projets de recherche sur la durée et par l'implication dans la formation continue à destination des partenaires.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Avec une moyenne de 4 à 5 doctorants accueillis chaque année (pour 4 HDR) et 4-5 étudiants en master, l'effort de formation directe est tout à la fois élevé et raisonnable. Sept thèses ont été soutenues sur la période, 4 sont en cours. Les thèses soutenues ont toutes donné lieu à au moins une publication, la moyenne étant de 2 publications par doctorant dans de bons journaux (food hydrocolloids journal, food research international journal, food chemistry journal). Sur les 7 étudiants ayant soutenu leur thèse, 5 ont trouvé un emploi dans le secteur public et 2 dans le secteur privé.

L'équipe est également impliquée dans la formation continue et assure le tutorat de projets d'ingénieurs (de 5-10 /an). Elle participe activement à la définition des modules de formation des doctorants de l'ED VAS de Rennes I et de 2011 à 2013 était co-responsable d'un programme d'éducation ERASMUS (2 semaines/an).

Appréciation sur ce critère

L'implication des membres d'ISF-PL dans la formation par la recherche est très bonne. L'équipe s'implique dans les différents niveaux : doctorat, master et ingénieur.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Pour le prochain quinquennal, ISF-PL entend maintenir son expertise sur ses objets d'étude - les protéines globulaires et lipides du lait et des ovo-produits. Elle compte mener de front des recherches génériques sur le déterminisme de leurs états d'organisation, mais également finalisées en contribuant à la valorisation de structures aux fonctionnalités maîtrisées.

Le maintien de liens forts avec l'interprofession est garanti du fait même de la forte implication de l'équipe dans la conduite du projet PROFIL sur la valorisation des produits laitiers. Des retombées socio-économiques notables peuvent être attendues de ce projet et l'on peut, sans prendre trop de risques, présager qu'il ne restera pas sans suite au-delà de 2019.

Sur le plan des approches plus conceptuelles, l'équipe envisage l'étude du comportement de phases de protéines concentrées (propriétés rhéologiques et interfaciales, transition de phases) et ce en lien avec les processus d'évaporation/déshydratation de ces solutions (en transversal avec TIPIL). Les résultats d'ores et déjà obtenus sur ce thème (ACL174, ACL284, ACL285) sont plus que prometteurs, et l'approche suivie devrait conduire à des avancées notables en matière d'efficacité du procédé d'atomisation. Des résultats conceptuels et des débouchés appliqués novateurs peuvent légitimement être espérés. La question de l'impact de la viscosité/élasticité des suspensions protéiques concentrées sur la vitesse du transit n'est pas évoquée, mais pourrait intéresser l'équipe BN. Une autre ambition de l'équipe est d'acquiescer une compréhension plus fine du rôle des charges dans l'auto-assemblage des protéines en recourant à la modélisation. Ce projet pourra se concrétiser grâce à la forte collaboration qu'elle a réussi à établir avec l'Université de Lund.

Concernant le volet lipide construit en lien avec l'équipe BN, les perspectives sont quelque peu contrariées par le départ en mobilité d'un scientifique, départ qui ne sera pas compensé par le recrutement d'un IE positionné en lipidomique. Le maintien de cette activité à l'interface entre BN et ISF-PL paraît souhaitable et les deux équipes devront rapidement définir une stratégie (recrutement ou accueil de post-doctorants) afin de maintenir ce thème au meilleur niveau compte tenu du rôle clef du globule gras du lait dans l'équilibre alimentaire du nouveau-né.

L'ouverture en direction des protéines végétales est évoquée par l'équipe ISF-PL, qui est dans l'attente des questions scientifiques précises qui, à terme, devraient émerger des études technologiques menées par TIPIL. Ce choix stratégique paraît raisonnable si l'on considère le faible nombre de protéines végétales à caractère soluble, disponibles à ce jour en quantités industrielles.

L'équipe ISF-PL, à l'instar de TIPIL et BN, souhaite renforcer ses forces avec le recrutement d'un CR (profil physique-physicochimie). Compte tenu des restrictions en matière de renouvellement de poste des choix devront être opérés à l'échelle de l'unité. Pour la pérennisation du dynamisme du collectif, il sera important de savoir maintenir un bon équilibre entre les activités transverses ou appliquées et la pérennisation de l'expertise scientifique propre à chaque équipe.

Appréciation sur ce critère

Pour le prochain quinquennal, le projet et les perspectives d'activités de l'équipe ISF-PL sont très bons. Ce projet s'inscrit dans la continuité des actions engagées. Des moyens devront être toutefois trouvés pour continuer à développer la thématique « globule gras du lait ».

Conclusion

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

Un des atouts majeurs de l'équipe ISF-PL réside dans l'approche multi-échelle des systèmes étudiés (du moléculaire au macroscopique) et son appui sur la physique de la matière molle. Le bilan de l'activité de l'équipe révèle une production scientifique excellente et une forte visibilité internationale.

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

Un des points faibles de l'équipe ISF-PL réside dans la faible proportion de post-doctorants qui pourraient soutenir des thèmes à l'interface avec les autres équipes, en particulier avec l'équipe BN.

- **Recommandations**

Le comité d'experts recommande de continuer à réfléchir sur le devenir du thème « lipides » en définissant une stratégie de développement de projets au meilleur niveau. L'équipe devra également veiller à disposer des ressources nécessaires pour mener de front ses activités propres et les activités transverses.

Équipe 2 : Transfert et Interactions dans les Procédés de l'Industrie Laitière (TIPII)

Nom du responsable : M. Pierre SCHUCK

Domaine d'activité de l'équipe : Génie des Procédés- Biochimie/Microbiologie

Effectifs

Composition de l'équipe (ETP entre parenthèses)	Nombre au 30/06/2015	Nombre au 01/01/2017
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1 (0,5)	1 (0,5)
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	5 (5)	4 (4)
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	10 (9,6)	9 (9)
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, etc.)	1	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	3	
N7 : Doctorants	10	
TOTAL N1 à N7	30 (29,1)	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2010 au 30/06/2015
Thèses soutenues	9
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2
Nombre d'HDR soutenues	

• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe TIPII est composée de 4 scientifiques (1PR, 1DR, 2CR), 4 Ingénieurs (2 IR - le responsable de l'équipe et l'animateur de la plateforme Lait - et 2 IE), et 8 autres personnels d'appui technique ; 4 d'entre eux ont l'HDR ; 9 thèses ont été soutenues sur la période évaluée, 8 sont en cours.

Les travaux de l'équipe portent globalement sur les mécanismes impliqués dans la transformation des produits laitiers et sur le pilotage des opérations unitaires associées, dans le but d'en gérer les performances en termes de fonctionnalités attendues des produits. Une des ambitions est le développement d'outils et méthodologies permettant l'étude de la dynamique d'évolution des produits ainsi que le suivi et la gestion des paramètres procédés. Il s'agit ainsi pour l'équipe, à la fois d'apporter des connaissances et de produire des outils de pilotage produit-procédé transférables au plan industriel. Les travaux ont été majoritairement centrés sur la mise en œuvre des opérations de séparation membranaire et de séchage par pulvérisation, mettant en œuvre le plus souvent des milieux dispersés concentrés.

Les exemples choisis par l'équipe pour illustrer sa production scientifique montrent bien l'intérêt de cette approche couplée « produit-procédé », et font ressortir l'originalité des travaux menés et l'avancée de connaissances générée. C'est le cas notamment des travaux menés sur la compréhension de la structuration sous contrainte des couches de caséines micellaires lors de l'opération de filtration, et de ceux portant sur l'impact de la nature des protéines sur la dynamique d'organisation en surface des gouttelettes lors du séchage par pulvérisation, ouvrant vers une approche de type « particule engineering ».

L'alliance de compétences en biochimie et physico-chimie de la matière molle appliquées aux milieux laitiers d'une part, en physique et génie des procédés d'autre part constitue une force. Sur ce plan, les relations avec l'équipe ISF-PL apparaissent comme un véritable atout. Elles se traduisent par plus d'un quart des publications (23 ACL sur 81) co-signées TIPIL-ISFPL. Il faut souligner par ailleurs l'intérêt de l'ouverture à des collaborations externes, comme avec le LGC de Toulouse par exemple, dans le domaine de la physique des colloïdes appliquée à la modélisation de la filtration.

Sur la période 2010-mi-2015, les membres de l'équipe TIPIL ont co-signés 81 articles scientifiques ACL de très bon ou excellent niveau (les 2/3 dans le 1^{er} quartile), ce qui correspond à une moyenne remarquable de plus de 3,5 articles/scientifique/an. Parmi ces 84 publications, 57 (70 %) sont portées par l'équipe (le premier et/ou le dernier auteur est membre de l'équipe), 55 sont propres à l'équipe et 2 sont co-signées avec des membres des autres équipes de l'unité. Les revues concernées se situent pour la plus large part dans le domaine des sciences et technologies alimentaires, dans des périodiques dédiés aux produits laitiers ou plus généralistes, mais également dans des revues du domaine des procédés ou de la chimie physique (journal of food engineering, international dairy journal, Langmuir, food hydrocolloids journal, drying technology journal) ; s'y ajoutent une importante contribution à des ouvrages (25 chapitres et 5 en coordination). La production scientifique de l'équipe est régulière, diversifiée et d'un excellent niveau. Elle traduit bien le positionnement de l'équipe et sa capacité à collaborer à la fois en interne à l'unité et également avec d'autres équipes au plan national et international.

Appréciation sur ce critère

La production scientifique est excellente, tant en volume qu'en qualité. Au-delà de ses champs thématiques classiques du domaine des produits laitiers/sciences de l'aliment et du génie des procédés, l'équipe est maintenant présente dans des revues d'excellent niveau international en physique ou physicochimie. Ceci traduit un positionnement clair et la volonté d'aller vers les recherches cognitives dans le domaine de la structure de la matière en lien avec la dynamique des procédés.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Les éléments de la production scientifique sont des indicateurs très positifs de l'ouverture collaborative de l'équipe au plan national (37 ECL co-signés avec des partenaires nationaux) et international (16 ECL), ce qui représente au total près des 2/3 des ACL qui sont co-signés avec des partenaires extérieurs. Les nombreuses conférences Invitées au niveau international (19) dans des congrès de haut niveau tel que l'International Congress on Engineering and Food, l'International Membrane Science and Technology ou l'International Whey Conference, illustrent également la notoriété des scientifiques de l'équipe. Notons une forte participation à des congrès nationaux et internationaux (145 communications orales dont 46 en tant qu'invités, 25 posters).

Des liens solides et suivis sont établis avec des partenaires académiques en France avec le laboratoire LGC de Toulouse et l'unité I2M de l'Université de Bordeaux, et à l'étranger avec l'Université Fédérale Visoca au Brésil et l'Université Soochow de Suzhou en Chine. Deux scientifiques de l'équipe sont « professeurs associés » officiels, respectivement de chacun de ces deux partenaires. Ces collaborations et d'autres au plan international ont donné lieu à des co-encadrements ou accueil de doctorants dans l'équipe.

Les scientifiques de l'équipe sont sollicités en tant qu'experts (au niveau international pour l'International Dairy Federation, au niveau national pour les « Sciences et Technologies Laitières ») ou membres de diverses instances scientifiques académiques (conseils scientifiques de l'Inra ou de l'Université de Rennes) ou professionnelles du niveau régional à international.

Deux congrès internationaux ont été organisés ou co-organisés par l'équipe : le 2^{ème} symposium *Mineral and Dairy Products*, en 2014 en Nouvelle-Zélande après avoir été créé en France par cette équipe en 2008, et le 5^{ème} symposium *Spray Dried Dairy Products*, à St Malo, en 2012 (Collaboration de l'Unité avec la Fédération Internationale du Lait (IDF/FIL). L'implication de l'équipe dans l'organisation de ces deux congrès clés dans le domaine démontre son rayonnement international de premier plan.

Au plan national, TIPIL a été impliquée dans trois programmes ANR durant la période : *Ecoprom*, en tant que porteur (écoconception de procédés membranaires, terminé en 2011), *Reactive Powder* (fonctionnalités des poudres, terminé en 2012) et *ValoBab* (valorisation des lipides du babeurre, en cours).

La notoriété nationale et internationale des travaux et des membres de l'équipe, au plan scientifique et technique, est exceptionnelle. La diffusion des outils logiciels qu'elle produit y contribue et en est aussi un indicateur, tout comme les sollicitations académiques et industrielles multiples au plan national et international que mentionne le rapport.

Appréciation sur ce critère

L'équipe contribue largement au fait que l'unité est aujourd'hui quasi-incontournable en France et à l'International dans le domaine des sciences associées à la transformation des produits laitiers, tant par les compétences que par les outils développés. Les collaborations très suivies avec deux pays (Brésil et Chine) et le réseau de projets au plan national (3 ANR) et co-encadrements de thèses avec trois laboratoires), co-publications, conférences invitées (19 à l'international) traduisent le caractère exceptionnel du rayonnement et de l'attractivité de l'équipe dans son domaine.

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

Les compétences scientifiques et techniques de l'unité de recherche STLO dans le domaine laitier, construites de longue date, sont aujourd'hui largement reconnues par la profession, les acteurs industriels laitiers, et le monde socio-économique. L'équipe TIPIL est sans doute l'acteur central de cette notoriété.

L'équipe développe des compétences remarquables et des outils pertinents qu'elle produit et diffuse (outils logiciels en particulier, brevets). Elle met à disposition la plateforme Lait (hébergement de cellules R&D d'entreprises, 8 en cours en juin 2015). La plateforme *Lait* (et l'installation semi-industrielle BIONOV qui en fait partie), fruit d'un historique de longue date, emblématique de l'unité STLO à laquelle elle est adossée, est largement reconnue au plan national et international, en tant qu'outil technologique et de recherche et pour les compétences et expertises scientifiques et techniques qui lui sont associées. Récemment rénovée et réorganisée (inauguration juin 2013), elle est animée par un IR de l'équipe et constitue un support évolutif remarquable pour les travaux de recherche et de transfert.

Deux logiciels ont été mis au point dont 20 licences ont d'ores et déjà été vendues à des utilisateurs industriels en France et à l'étranger ; un brevet a été déposé et 3 sont en cours de dépôt. Ce sont des indicateurs forts de la qualité des interactions avec le monde socio-économique.

Une vingtaine de contrats industriels portés par l'équipe sont recensés pour un montant total d'environ 1 M€ sur la période ou en cours. Une majorité des doctorants de l'équipe (11/17) sont sur financement CIFRE (ou équivalent étranger). L'équipe a donc développé un réseau de partenariats industriels solide et pérenne.

Dans le contexte socio-économique actuel de réduction de l'impact environnemental de l'industrie, l'équipe s'est également engagée dans une réflexion sur les approches à mettre en œuvre pour une écoconception des procédés alimentaires. Les actions entreprises reposent principalement aujourd'hui sur une scientifique de l'équipe et son implication dans la mise en place de collaborations externes (LGC Toulouse notamment) et dans l'animation de la plate-forme Inra MEANS (portant sur l'Analyse Multicritère de la Durabilité).

Les actions de formation continue assurées par l'équipe sont très nombreuses, le rapport en mentionne 19 en moyenne par an représentant les 3/4 de ce qu'assure l'unité. Les membres de l'équipe ont également publié de nombreux articles de vulgarisation (39) dans la presse professionnelle, technique ou grand public. Ils participent aussi

à la diffusion des connaissances auprès du grand public et à l'animation scientifique par une implication dans les Fêtes de la Science, la Maison pour la Science en Bretagne avec un module de formation destiné à des enseignants du second degré.

Appréciation sur ce critère

Au bilan, les relations de l'équipe avec les acteurs du secteur industriel laitier sont d'un niveau exceptionnel et peu d'unités de recherche peuvent s'en prévaloir à ce point d'efficacité opérationnelle. L'accueil de cellules de R&D d'entreprises, la large diffusion des outils logiciels produits par l'équipe en sont des indicateurs forts.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Avec 9 doctorants formés, 2 doctorants extérieurs accueillis, 8 thèses en cours, et 4 post-doctorants, l'équipe (qui a 4 HDR) contribue pleinement à la formation de jeunes chercheurs. Les 9 thèses soutenues ont toutes donné lieu à au moins deux publications, la moyenne étant de 4 publications par doctorant dans de bons journaux (journal of food engineering, food hydrocolloids journal, dairy science and technology journal, journal of membrane science). Sur les 9 étudiants ayant soutenu leur thèse, 3 ont trouvé un emploi dans le secteur public et 6 dans le secteur privé.

L'accompagnement des doctorants, pour la formation à la communication scientifique notamment, est décrit au niveau de l'unité comme un point fort. La durée des thèses varie entre 35 et 40 mois, avec une moyenne de 37 mois.

L'implication de l'équipe dans la formation initiale (ingénieur et master) est forte. Même si elle ne comprend qu'un seul EC (PR) qui assume lui-même une très lourde charge d'enseignement (plus de 300 h eq TD/an déclarées) avec la responsabilité de spécialités M2 ou ingénieur, l'équipe apporte aussi une contribution importante par ses chercheurs. Ceux-ci ont assuré globalement plus de 400 h eq TD en moyenne/an sur la période. La plateforme Lait est également utilisée pour des enseignements expérimentaux en technologie laitière et fromagère.

Par ailleurs, l'équipe est une contributrice majeure de l'unité et d'Agrocampus Ouest pour la formation continue. En effet, sur la période elle a assuré une moyenne de 19 actions de formation par an, ce qui correspond aux trois-quarts des actions de l'unité.

Appréciation sur ce critère

L'implication de l'équipe dans la formation par la recherche ou en lien avec la recherche est excellente. La moyenne d'encadrement des doctorants est de 4,25 par HDR sur la période, ce qui démontre le fort investissement des membres de l'équipe. L'équipe entière s'investit également de façon remarquable sur tous les fronts de la formation initiale bien qu'un seul enseignant-chercheur en fasse partie.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet d'unité pour le futur contrat prévoit le maintien de l'équipe en tant que telle dans la dynamique très positive de ses orientations actuelles : les interactions entre le comportement des matrices transformées en vue de fonctionnalités recherchées et la conduite et les performances des procédés mis en œuvre. L'accent est mis sur le séchage et l'obtention de poudres sur une gamme élargie de matrices (protéiques, mixtes animales/végétales, fermentées, bactéries probiotiques, consortia de microorganismes, etc.), avec la volonté d'identification d'itinéraires technologiques innovants. L'engagement dans une logique d'approche systémique des processus de transformation intégrant l'impact environnemental est confirmé.

Ces orientations confirment l'importance d'interactions fortes avec les autres équipes et notamment avec ISF-PL, reconduite elle aussi, et avec la nouvelle équipe unifiée MICROBIO. La réussite de la démarche repose en effet sur la connaissance fine aux différentes échelles de la structure et des propriétés/fonctionnalités des matrices considérées et de leur évolution au cours des opérations (changement d'état, d'organisation des phases et des interfaces, etc.). Les résultats obtenus jusqu'ici sur les matrices laitières concentrées lors des opérations de filtration ou sur l'organisation des structures interfaciales lors du séchage ont permis la mise en place de bases déjà solides pour une telle approche.

L'équipe envisage néanmoins, à juste titre, un renforcement de ses compétences en physique et mécanistique des procédés de concentration et de séchage (par un CR2). Les relations nouées avec d'autres équipes, au plan

national et international, partageant les mêmes questionnements scientifiques sur la compréhension des comportements des systèmes concentrés lors d'opérations de transformation, devraient également permettre à l'équipe de progresser en compétences.

Par ailleurs, l'existence de la plateforme Lait fournit d'ores et déjà à l'équipe des moyens pour conduire de telles recherches intégrant bien la dimension procédé.

L'expérience et l'excellente notoriété de l'équipe, le tissu de relations industrielles, établi et potentiel, sont aussi des gages pour la montée en puissance et les retombées d'un tel projet dans ses différentes dimensions. A l'image de l'équipe qui joue un rôle moteur pour l'unité, ce projet est ambitieux et porteur.

Appréciation sur ce critère

Le projet de l'équipe TIPIL pour le prochain quinquennal et son positionnement peuvent être qualifiés d'excellents compte-tenu des acquis, des moyens développés et des collaborations mises en place (en interne notamment avec ISF-PL et en externe). Le centrage sur la dynamique des procédés, en particulier dans les opérations de concentration/séchage en relation avec la compréhension structurelle des matrices traitées, apparaît tout à fait pertinent.

Conclusion

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

Les activités de l'équipe TIPIL sont clairement positionnées sur l'étude des mécanismes impliqués dans la transformation des produits laitiers et sur le pilotage des opérations unitaires associées. L'approche intègre des compétences en biochimie, en physico-chimie et de la matière molle. Des méthodes originales ont été développées pour caractériser des dépôts de filtration et pour le séchage de gouttelettes. La proximité de la plateforme « Lait » vient appuyer cette approche couplée produits-procédés. La production scientifique de cette équipe est excellente et son niveau de notoriété nationale et internationale est exceptionnel. L'interaction avec le monde industriel est également exceptionnelle.

▪ Points faibles et risques liés au contexte

Certaines méthodologies sont délicates à mettre en œuvre : transposition d'échelle, prise en compte des modélisations correspondantes. Il existe une difficulté à intégrer l'ensemble des résultats dans une approche cohérente globale et intégrée.

▪ Recommandations

Le comité d'experts recommande d'évaluer plus précisément les forces à mettre en œuvre pour bien accorder objectifs et méthodes.

Équipe 3 : Bioactivité et Nutrition

Nom du responsable : M. Didier DUPONT

Domaine d'activité de l'équipe : Biochimie des aliments et physiologie digestive

Effectifs

Composition de l'équipe (ETP entre parenthèses)	Nombre au 30/06/2015	Nombre au 01/01/2017
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	4 (2)	4 (2)
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3 (3)	2 (2)
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	4 (3,7)	4 (3,7)
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, etc.)	1	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N7 : Doctorants	6	
TOTAL N1 à N7	18 (15,7)	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2010 au 30/06/2015
Thèses soutenues	6
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1
Nombre d'HDR soutenues	1

• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe Bioactivité & Nutrition (BN) entend contribuer à la production d'aliments adaptés à différentes populations aux besoins nutritionnels spécifiques. Elle s'intéresse à l'impact des différentes échelles de structure de l'aliment sur sa cinétique de déconstruction au cours de la digestion. Elle a recours à des études *in vitro* (tube à essai/digesteur DIDGI) ou *in vivo* (mini-porc/humain) de la protéolyse et depuis le dernier quadriennal de la lipolyse.

BN a également commencé à intégrer *in silico* ses données et développe des approches inverses afin d'accéder à des paramètres non quantifiables. L'équipe comprend 7 scientifiques (5 ETP), 2 IE, 1 AI et 1 TR.

Les avancés marquantes concernent des études *in vivo* ou *in vitro* de l'impact des différentes échelles d'organisation de l'aliment sur sa digestibilité, les relations entre le statut physiologie du nouveau-né et la composition de laits infantiles, la nature des peptides libérés au cours de la digestion. L'ensemble constitue in corpus très cohérent, les différentes approches et échelles d'investigations étant complémentaires. Les résultats obtenus permettent réellement d'envisager la conception d'aliments aux propriétés nutritionnelles et fonctionnelles maîtrisées par ingénierie réserve.

Sur la période, l'équipe BN a publié 55 publications dont 29 (53 %) sont portées par l'équipe (le premier et/ou le dernier auteur est membre de l'équipe), 23 sont propres à l'équipe et 6 sont co-signées avec des membres des autres équipes de l'unité. L'équipe BN collabore avec les équipes ISF-PL (lipolyse du globule gras) et MICOV (propriétés bactéricides du lysozyme). L'équipe a publié une moyenne de 2 ACL/par ETP chercheur entre 2010 et mi-2015 ainsi que 17 chapitres et 2 ouvrages scientifiques (essentiellement sur les qualités d'usages des ovoproduits). Le taux de publication est très bon et la qualité des ACL est indiscutable avec 75 % d'ACL de notoriété excellente (Food Chemistry, Journal of Agricultural And Food Chemistry, Journal of Nutritional Biochemistry, American Journal of Clinical Nutrition). Il faut noter un très net accroissement du taux de publication et de citation des ACL. Plus précisément, l'équipe a généré 5 des 7 articles classés comme highly cited papers et un des deux « hot paper » de l'UMR (top ESI 1 % dans American Journal of Clinical Nutrition). De tels articles, propres à l'équipe, accroissent la crédibilité et la notoriété de l'équipe BN et de l'UMR STLO. Les ACL traduisent les doubles compétences du groupe en science des aliments et nutrition. Pour 42 %, ces ACL sont le fruit de collaborations avec un partenaire étranger, tandis que 32 % relèvent d'interactions avec les autres équipes de l'unité. C'est d'ailleurs l'articulation avec les équipes ISF-PL et TIPIL qui a permis à l'équipe BN de valider les méthodologies qui lui permettent aujourd'hui d'apprécier de façon rationnelle et objective la qualité nutritionnelle d'aliments ou d'assemblages modèles construits à partir des constituants du lait ou de l'œuf.

Appréciation sur ce critère

La production et la qualité scientifique des publications sont excellentes. Il faut souligner le remarquable continuum des études réalisées qui vont de *l'in vitro* et des modèles animaux à la validation des données acquises par des expériences de physiologie humaine.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe a accueilli pour un total de 33 mois, 3 chercheurs étrangers (UK, Japon, Canada), ainsi que 6 doctorants étrangers pour des durées allant de 6 à 24 mois. Ce taux d'accueil, tant par le nombre que la durée des séjours, illustre la visibilité des travaux de BN sur la digestion des aliments.

Il ne fait nul doute que la participation de BN à deux projets FP7, son implication dans l'initiation et l'animation du COST INFOGEST ou encore la création puis l'organisation de 4 conférences internationales « Food digestion » (150-250 participants), l'organisation de 8 workshops et 4 écoles chercheurs ont largement contribué à sa mise en lumière.

Le groupe peut se targuer d'avoir su, au cours du quadriennal, asseoir un leadership international sur les questions touchant à la digestion des aliments en lien avec les problématiques Nutrition-Digestion-Santé. Les collaborations engagées avec de potentiels compétiteurs (Riddet Institute, Moorepark - IR, INAF - Université de Laval), les 23 invitations pour conférences, les sollicitations pour participer à des projets européens sont autant d'indicateurs de l'attractivité de BN.

Au plan national, BN a coordonné l'ANR Ovonutrial et participé à 2 autres projets ANR (Surpol et AlimaSSenS). L'équipe collabore avec des unités présentant des champs d'expertise très variables : nutrition-santé (CHU, UNH - Clermont-Ferrand, PNCA - Paris, PHAN - Nantes) ; physique et physicochimie (IPR - Rennes), procédés (UMR GMPA), physiologie de la lactation (UMR GABI - Jouy en Josas) et démontre ainsi son ouverture transdisciplinaire. De par la nature des travaux en cours et le projet proposé, un accroissement du rayonnement et de l'attractivité est très probable dans les années à venir.

Appréciation sur ce critère

Le rayonnement et l'attractivité de l'équipe sont excellents. L'équipe peut se targuer d'avoir su, au cours du quadriennal, asseoir un « leadership » international sur les questions touchant à la digestion des aliments en lien avec les problématiques Nutrition-Digestion-Santé. Un fait l'illustre particulièrement : la coordination assumée par l'équipe à l'échelle internationale de l'harmonisation des modèles de digestion gastro-intestinale *in vitro* (INFOGEST).

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

L'équipe demeure relativement vague sur certains aspects concernant ce critère dans le rapport. À titre d'exemple, le nombre d'interventions dans les écoles primaires et les objectifs visés par ces visites sont flous. La nature de l'intervention dans le cadre des « Maison des sciences/fêtes des sciences » est également difficile à évaluer. Ce sont des activités qui sont encouragées afin de maintenir une interaction avec l'environnement social, mais il est impossible d'en établir les retombées et l'importance.

L'équipe a obtenu de 7 à 8 contrats industriels notamment avec Lactalis (3), Danone, Ingredia, Equibiotech, BBA et le CNIEL pour un total de 517 196 € et une durée moyenne de 2,5 ans par contrat. Quatre contrats industriels sont toujours actifs et ont été obtenus dans les dernières années de la période couverte de l'évaluation. En fonction des opportunités de financement possibles, la création et la mise à disposition d'une plateforme de digestion des aliments disponible pour les industries alimentaires pourrait améliorer l'impact socio-économique de l'équipe en rendant accessible une expertise de pointe aux industries. À cet égard, le choix fait par l'équipe de collaborer avec des structures comme IMPROVE, situées en interface avec le tissu industriel, est pertinent. L'ensemble des contrats fait intervenir des industriels du secteur laitier mais aucun du côté des ovoproduits. Une intensification des collaborations ou de contrats avec les producteurs d'œufs de France pourrait être envisagée.

L'équipe a produit neuf articles dans des revues professionnelles ou techniques, dont huit revues sont de nature agronomique/agroalimentaire et une à vocation nutrition/diététique. La sensibilisation des nutritionnistes/diététistes à propos de l'impact de la structure des aliments sur la digestion et le bilan sanguin résultant pourrait être intensifiée. Également, le rapprochement avec le secteur de la nutrition devrait être priorisé puisque les résultats générés par l'équipe peuvent avoir un impact certain sur la santé humaine. Un accroissement des collaborations et une formalisation de partenariats avec des unités ou des centres dédiés à la nutrition ou la physiologie digestive humaine seraient un atout appréciable pour cette équipe.

Appréciation sur ce critère

L'interaction avec l'environnement social, économique et culturel est globalement bonne. Toutefois, les perspectives de collaboration avec le tissu industriel, ainsi qu'avec certains aspects de la production technique, paraissent excellentes.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Alors que l'équipe ne compte que 4 HDR pour 7 scientifiques, elle a sur la période assuré l'encadrement de 10 doctorants (École Doctorale Vie-Agro-Santé) et a accueilli pour des périodes allant de 6 à 24 mois, 6 doctorants étrangers. Six thèses ont été soutenues sur la période, qui ont toutes donné lieu à au moins une publication, la moyenne étant de 2 publications par doctorant dans de bons journaux (Journal of agricultural and food chemistry, british journal of nutrition, food research international). Sur les 6 étudiants ayant soutenu leur thèse, 1 a trouvé un emploi dans le secteur public, 3 dans le secteur privé, 1 est sans emploi et 1 en situation inconnue.

Les 4 enseignants-chercheurs assurent 900 h TD/an d'enseignement en science et technologie des aliments tandis que les chercheurs sont responsables d'une unité d'enseignement sur les aspects nutritionnels liés aux produits laitiers dans le cadre du Master ALIMN et de la spécialisation d'ingénieur en agroalimentaire SAME. L'équipe BN s'investit donc fortement dans l'articulation recherche-enseignement.

Appréciation sur ce critère

L'implication de l'équipe dans la formation par la recherche est très bonne. Cela s'entend aussi bien pour le nombre de thèses menées à bien que pour le nombre d'heures d'enseignement assuré par l'équipe.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Trois objectifs seront poursuivis par l'équipe BN : 1) concevoir, par ingénierie reverse, des aliments à destination des nouveau-nés et des séniors ; 2) étudier les mécanismes d'actions des enzymes digestives sur leurs substrats ; 3) évaluer les activités biologiques des constituants du lait et de l'œuf.

Sur le plan stratégique, l'équipe BN entend capitaliser sur la visibilité européenne qu'elle a acquise (réflexion autour d'un AERC grant (African Economic Research Consortium) - ce qui est à encourager. La poursuite des travaux sur la nutrition de populations dédiées, impliquera les partenaires d'ores et déjà identifiés (PTL, TIPIL, CRNH Ouest, réseau HUGOPEREN) et des programmes en cours (ANR AlimaSSenS). Néanmoins, afin d'accompagner la démarche d'ingénierie reverse, il pourrait être intéressant de contacter des équipes expertes en représentation des connaissances afin de définir avec elles la meilleure façon de formaliser les données déjà acquises.

L'équipe BN souhaite aborder la question de la digestibilité des associations produits laitiers/ressources végétales dans l'objectif pertinent d'une meilleure durabilité. L'équipe s'est engagée auprès de la plateforme IMPROVE afin d'évaluer la digestibilité apparente des protéines végétales, démarre un projet Qualiment (digestibilités de gels laitiers enrichis en protéines de pois - col. GMPA) et un contrat industriel (bouillies lactées enrichies en amidon de manioc). Sur ce dernier thème, il pourrait être intéressant de se rapprocher de l'UMR NUTRIPASS (Cirad, Montpellier) qui connaît bien les bouillies de manioc, aliment de base des enfants en Centrafrique. Reste que le défi à venir sur ce thème sera d'identifier une problématique scientifique.

Pour traiter la question de l'impact des sollicitations mécaniques sur la digestibilité des matrices alimentaire, BN envisage de collaborer avec le TNO ou le Riddet Institute qui disposent de digesteurs capables de simuler les contractions stomacales. Si cette solution est à court terme acceptable, elle pourrait sur le long terme nuire à la reconnaissance des activités de l'équipe. Une réflexion stratégique sur ce sujet devrait être conduite avec les tutelles. Concernant les aspects chemo/enzymatique de la déconstruction de l'aliment en fonction de sa structure, l'approche très matière molle qui a déjà fait preuve de sa pertinence au cours du quadriennal qui s'achève va être poursuivie avec un bon réseau de collaborations (Col. ISF-PL, IPR, EIPL, GMPA, NORWICH).

Les efforts que l'équipe a déployés pour « passer chez l'homme » sont remarquables. Cela concerne actuellement la gestion des protéines et la réalisation de préparations pour nourrissons. Les compétences de l'équipe, et plus largement de l'unité, pourraient aussi être utilement appliquées à l'allaitement maternel, encore trop négligé, ce qui serait susceptible de faire évoluer de façon très importante les bases sur lesquelles sont actuellement conçus les aliments de substitution. STLO pourrait ici jouer un rôle unique.

Appréciation sur ce critère

La stratégie et le projet à 5 ans sont très bons. L'effort réalisé pour vérifier la pertinence des résultats et des concepts pour l'espèce humaine doit être salué et surtout vivement encouragé.

Conclusion

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe BN s'intéresse à l'impact des différentes échelles de structure de l'aliment sur sa cinétique de déconstruction au cours de la digestion. L'équipe a su asseoir sa position sur ces problématiques à travers un réseau de collaborations internationales et est dans une phase dynamique d'accroissement de visibilité.

▪ Points faibles et risques liés au contexte

Cette affirmation de notoriété et de rayonnement mériterait d'être couplée à la recherche d'une stratégie de publications, car il n'est pas certain qu'aujourd'hui la diversité des supports de publications soit un élément favorable à la visibilité de l'équipe. Si les collaborations avec les industries laitières sont bien implantées, l'impact socio-économique de l'équipe reste à confirmer pour les ovoproduits.

▪ Recommandations

Le rapprochement avec des partenaires traitant des questions de nutrition ou de physiologie digestive humaine serait un atout pour l'équipe. Concernant la digestibilité des matrices alimentaires, il est recommandé à l'équipe de mener une réflexion sur le positionnement de l'équipe vis-à-vis des autres laboratoires.

Équipe 4 : Microbiologie

Nom du responsable : M. Éric GUEDON

Domaine d'activité de l'équipe :

Microbiologie alimentaire et microbiologie vétérinaire. Cette équipe est constituée par le regroupement des équipes MICOV, MICRO et B2ISI.

Effectifs

Composition de l'équipe (ETP entre parenthèses)	Nombre au 30/06/2015	Nombre au 01/01/2017
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3 (1,5)	3 (1,5)
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	11 (10,8)	12 (12)
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	11 (10,2)	11 (10,2)
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, etc.)	1	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	3	
N7 : Doctorants	6	
TOTAL N1 à N7	35 (32,5)	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	9	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2010 au 30/06/2015
Thèses soutenues	17
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2
Nombre d'HDR soutenues	2

• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Dans cette partie on déclinera les spécificités de chacune des trois équipes qui vont fusionner, à savoir l'équipe Microbiologie de l'œuf et des ovoproduits (MICOV), l'équipe Microstructure fromagère et bactéries (MICRO) et l'équipe Biodiversité Bactérienne et Interaction In Situ (B2ISI).

L'objectif de l'équipe Microbiologie de l'œuf et des ovoproduits (MICOV), seule équipe n'hébergeant que du personnel sous tutelle d'Agrocampus Ouest, est de comprendre le mode d'action des systèmes naturels de défense du blanc d'œuf au travers à la fois des propriétés antimicrobiennes des composants de l'œuf et de la maîtrise des flores pathogènes et d'altération, en particulier de *Bacillus cereus*. L'équipe MICOV est de très petite taille avec seulement trois enseignants-chercheurs correspondant à 1,5 ETP consacrés à la recherche. Un renfort de 0,5 ETP a été enregistré en 2013. L'équipe a néanmoins produit 22 ACL sur la période dans les revues les plus lues en microbiologie des aliments, dont 45 % dans le premier quartile des revues de la discipline.

L'équipe a été moteur sur deux thématiques de recherche, l'une consacrée au mode d'action du blanc d'œuf contre *Salmonella enteritidis* (2 publications en dernier auteur) et la seconde dédiée à l'étude des conséquences sanitaires et technologiques de la contamination des ovoproduits par les bactéries du groupe *Bacillus cereus* (4 publications en dernier auteur). Un article se classe dans le Top ESI 50 %. MICOV a aussi développé une troisième thématique visant à élucider les activités antimicrobiennes du lysozyme et de l'ovotransferrine avec l'équipe BN de l'UMR (4 publications comme co-auteur). Des collaborations nationales et internationales (avec le Maghreb et la Belgique) sont à mentionner et sont attestées par les publications (Plos One 2013 et 2014, Journal of Applied Microbiology, 2014). L'équipe a ainsi permis de faire progresser les connaissances dans sa niche de compétence qui est incontestable, mais assez réduite.

L'équipe Microstructure fromagère et bactéries (MICRO) est une équipe multidisciplinaire qui a pour objectif général de maîtriser et d'orienter les phénomènes microbiologiques du fromage, pour obtenir un produit aux qualités sensorielles, techno-fonctionnelles et nutritionnelles attendues ou améliorées. L'approche de l'équipe consistait à utiliser des techniques de la microbiologie classique, de la biologie moléculaire et de la microscopie pour caractériser la croissance des colonies de bactéries lactiques dans les matrices fromagères et étudier la diffusion de solutés dans le microenvironnement entourant ces colonies. L'équipe MICRO utilise des approches novatrices et s'intéresse à des questions fondamentales à propos de l'association entre la matrice fromagère et le comportement des microorganismes. Bien que la relation entre l'aire interfaciale pour chacune des tailles de colonies et les activités de protéolyse soit modérée, il demeure que ces systèmes méritent grandement l'intérêt porté par l'équipe et que d'autres molécules ou activités métaboliques pourront être testées. Ces travaux ont le potentiel de positionner favorablement l'équipe au niveau international. On ne peut que féliciter l'équipe de continuer ce travail de longue haleine qui permet de donner du sens à toutes les analyses génétiques actuelles. À titre d'exemple, le fait d'établir qu'une seule des douze enzymes candidates de *P. freudenreichii* est responsable de l'activité lipolytique chez cette espèce démontre que les données génétiques ne peuvent expliquer, à elles seules, les activités observées.

Sur la durée du contrat, l'équipe comptait en moyenne 4 ETP chercheurs des départements MICA et CEPIA de l'Inra et 2,8 ITA, dont 1,6 ETP pour le collectif. Plusieurs changements au niveau du personnel sont survenus laissant l'équipe avec très peu de ressources humaines en fin de contrat (2 ETP chercheurs et 1 ETP ITA). Dans ces conditions, la fusion avec l'équipe B2ISI a débuté informellement. Malgré tout, l'équipe a globalement amélioré son bilan de publications scientifiques avec 48 ACL dans des revues internationales dont 79 % se situent en quartile 1 de leur discipline et dont 4 articles de notoriété « exceptionnelle ». Sur ces 48 publications, 40 (83 %) sont propres à l'équipe (le premier et/ou le dernier auteur est membre de l'équipe), 34 sont vraiment propres à l'équipe et 6 sont co-signées avec des membres des autres équipes de l'unité. Lors de la période précédente, l'équipe D2R avait cumulé 30 articles dont 70 % étaient en Q1 de leur discipline. À cela s'ajoutent 9 chapitres d'ouvrages. Il est aussi notable que 73 % des publications scientifiques soient cosignées avec un partenaire extérieur à l'UMR dont 1/3 avec des équipes étrangères. Bien que l'équipe ne soit pas toujours leader de la collaboration, cette approche a eu un effet levier sur la productivité scientifique et a permis d'améliorer davantage la notoriété de l'équipe et de ses chercheurs.

L'équipe Biodiversité Bactérienne et Interaction In Situ (B2ISI) compte 5 chercheurs, 2 ingénieurs de recherche et 4 techniciens ou assimilés. Son activité est consacrée à l'étude de bactéries d'intérêt majeur dans la filière laitière, notamment *Staphylococcus aureus* (Sa ; pathogène majeur, animal et alimentaire) et *Propionibacterium freudenreichii* (Pf ; utilisé dans l'affinage des fromages et présentant des propriétés anti-inflammatoires). L'équipe a ainsi montré que le Sa modifie le cycle des cellules épithéliales mammaires en retardant la transition de phase G2/M

et a pu identifier l'effecteur principal de cet effet. Afin de réduire l'utilisation massive des antibiotiques (inductrice de résistances) dans le traitement de la mammité, l'équipe a étudié la capacité du microbiote mammaire, notamment des bactéries lactiques, à inhiber l'effet pathogène du Sa, introduisant l'idée que des probiotiques puissent avoir une activité dans la glande mammaire. D'autre part, l'analyse des capacités d'une vingtaine de souches de Pf à utiliser 50 substrats carbonés différents, ainsi que le nitrate, a permis d'associer les variations phénotypiques à la présence ou l'absence de certains îlots génomiques ou à des mutations. De la même façon, l'analyse des propriétés anti-inflammatoires de Pf a permis d'établir un profil d'effet *in vitro* (cytokines), en relation avec la présence et l'expression de certains gènes et des protéines de surface correspondantes. L'extraction de ces protéines ou l'inactivation des gènes correspondants annule l'effet. Inversement, l'extrait obtenu mime l'effet des bactéries intactes.

L'équipe a produit 54 ACL sur la période dont 85 % sont portés par l'équipe et dont 81 % sont dans le premier quartile de la discipline et 54 % publiés avec des équipes étrangères. Quelques publications pour lesquelles l'équipe est leader, sont réellement exceptionnelles et les autres excellentes ou très bonnes sur la base du référentiel Inra (FASEB Journal 2015, Journal of Proteomics 2015, BMC Genomics 2015, Applied And Environmental Microbiology 2013). À ce bilan, s'ajoutent 11 chapitres d'ouvrage et 2 brevets.

Appréciation sur ce critère

Le bilan scientifique global de ces trois équipes appelées à fusionner peut être qualifié d'excellent dans ses domaines d'expertises pendant la période. Les publications sont nombreuses et dans les meilleures revues et les sujets abordés réellement innovants. Le financement est régulier et diversifié.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Outre les publications scientifiques, l'équipe MICOV a participé à la rédaction d'ouvrages, surtout à visée applicative et à destination du monde industriel. L'équipe MICOV est à l'origine - et participe à l'animation - d'un réseau magrébin en sécurité sanitaire des aliments, et elle accueille des stagiaires dans ce cadre. Elle participe à des groupes de travail (Anses) et d'autres instances en France (SFM, réseau PathoSpore) et à l'international (EFSA).

Le rayonnement et l'attractivité de l'équipe MICRO sont excellents, voire remarquables. L'équipe a aussi coordonné/animé (7x) ou a participé (2x) à 9 projets de recherche collaboratifs nationaux ou internationaux, dont deux en partenariat industriel. Elle a accueilli 5 post-docs dont 2 étrangers. L'équipe est également visible et s'impose comme leader dans des activités de participation à des comités scientifiques de colloques, dans des instances d'expertise scientifique et dans la rédaction en chef/édition du journal scientifique Dairy Science & Technology. L'équipe est impliquée dans la coordination de l'UMT Caséolis.

De surcroît, il est à noter qu'une personne de l'équipe a reçu le Danisco American Dairy Science Award récompensant annuellement une personnalité hors USA en sciences laitières. Il s'agit d'une récompense prestigieuse qui contribue au rayonnement de l'unité et de l'équipe.

L'attractivité de MICRO est élevée, ce qui se mesure notamment par le nombre de collaborations établies au fil des années à l'extérieur de l'UMR et avec des collaborateurs étrangers. L'équipe MICRO assume pleinement son rôle de leader en sciences laitières et sa notoriété internationale et son attractivité sont irréfutables.

L'équipe MICRO a été très visible sur différentes tribunes scientifiques avec 8 conférences invitées dans des congrès internationaux (Espagne, Canada, USA, Irlande (2x), Italie, Suisse, France), 42 conférences internationales avec actes (ACTI), 11 conférences nationales avec actes (ACTN), 11 communications sans actes (COM) et 52 présentations par affiches (AFF).

L'équipe B2ISI est très largement reconnue en ce qui concerne les 2 bactéries « modèles » qui constituent leurs objets principaux d'études. Ils ont organisé (4x) et modérés (3x) des congrès sur la période. L'équipe a encadré un grand nombre de doctorants étrangers, surtout issus du Brésil, a accueilli 4 post-docs pendant la période et a obtenu de nombreux financements avec des partenaires étrangers, surtout en Amérique du Sud et en Europe.

B2ISI rayonne également par la participation au comité éditorial de journaux scientifiques tels que International journal of food microbiology, Frontiers in genetics ou Dairy Science and Technology et par des invitations en tant que modérateurs à des congrès et sur les comités scientifiques de conférences internationales. Les membres sont aussi sollicités pour participer à des jurys de thèse (16 au total) et 3 jurys d'HDR. Finalement, les

membres de l'équipe se positionnent avantagement dans les instances de réflexion stratégique de Département ou de Métaprogrammes (Inra MEM, animation du CT2 du département MICA).

Les membres de l'équipe ont réalisé 45 présentations à des congrès en France et à l'étranger, dont 6 sur invitation, et ont reçu 6 invitations de présentations dans des universités étrangères.

Appréciation sur ce critère

Les équipes appelées à fusionner ont été très actives au niveau régional, national et international avec un bilan excellent sur la période en termes d'attractivité basée sur les doctorats, les missions réalisées, les financements et l'accueil de chercheurs extérieurs. La fusion ne pourra qu'être favorable au rayonnement des activités déployées en microbiologie au STLO.

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

L'équipe MICOV est fortement liée au secteur des œufs et des ovoproduits de l'ouest de la France et est fondateur et membre du groupement « Adro Ouest » qui fédère 7 industriels de la Région. Elle étudie des technologies à potentiel de valorisation dans ces entreprises, a encadré une thèse CIFRE sur la période et organise des formations continues pour le secteur privé. Elle est active dans plusieurs comités scientifiques et groupes de travail au niveau national et européen et son activité en sécurité sanitaire des aliments dans les pays du Maghreb est importante. L'équipe accueille la cellule R&D d'une entreprise. Outre ces actions locales, peu d'actions marquantes sont à relever.

L'équipe MICRO est en lien avec le milieu socio-économique puisque l'équipe a coordonné 5 projets en collaboration avec des partenaires industriels ainsi que 5 articles co-signés par des chercheurs industriels. Cet état de fait démontre que non seulement l'équipe est apte à collaborer avec des industries, mais qu'elle est en mesure de faire valoir le bien-fondé de la diffusion des connaissances dans la sphère scientifique. Il s'agit d'un effort appréciable compte tenu de la réticence intrinsèque des industriels à communiquer les résultats de travaux de recherche. L'équipe MICRO est également très performante du côté de la production d'articles dans des revues professionnelles (13x) et dans des articles de presse (8x). Les membres ont aussi plusieurs contributions au niveau social. Parmi celles-ci, notons la participation à la formation d'étudiants M2 de la Faculté d'agriculture et de médecine vétérinaire de Port-au-Prince en hygiène alimentaire, ainsi que des interventions dans les écoles et les collèges. Un autre paramètre mesurable est la participation annuelle, depuis 2008, au cycle de formation « Academy Bongrain », qui démontre une longue relation partenariale qui a un impact direct chez les utilisateurs finaux des résultats de la recherche.

L'équipe B2ISI a déposé 2 brevets concernant les capacités anti-inflammatoires des vecteurs pilotant la sécrétion de séquences d'acides aminés chez Pf. L'équipe B2ISI a coordonné 2 projets ANR (Nabab et Surfing) et fait état de 37 collaborations nationales, 26 internationales et 16 inter-équipes. Elle est néanmoins moins active que les deux autres équipes dans le soutien industriel et la formation professionnelle.

Appréciation sur ce critère

L'unité STLO est en relation étroite avec l'environnement qui l'entoure, notamment les acteurs industriels du lait et des produits laitiers et des œufs et ovoproduits. Les équipes actives en microbiologie ne font pas exception à la règle avec une très bonne implication, mais elles pourraient encore accentuer leurs activités de recherche avec les besoins sociétaux de leur discipline.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Les trois enseignants-chercheurs de MICOV ont une très lourde charge d'enseignement (plus de 800 heures équivalent TD par an) à travers laquelle ils peuvent disséminer leurs savoirs.

En dehors du nombre réduit de thèses encadrées (une seule thèse CIFRE a été défendue pendant la période sous tutelle de l'équipe et deux co-encadrées), l'enseignement est probablement la plus grande force de l'équipe MICOV qui est très active dans l'enseignement de la qualité et de la sécurité dans la chaîne alimentaire et des biotechnologies alimentaires à la fois en enseignement de base, en master, en formation continue et en enseignement international (TEMPUS). Elle pourrait néanmoins accueillir plus de stagiaires et de doctorants.

L'équipe MICRO a eu 11 doctorants pendant la période, dont 3 doctorants étrangers. Le nombre de thèses soutenues est en hausse passant de 1 soutenance dans le bilan précédant à 9 soutenances dans le présent bilan. Toutes les thèses soutenues ont donné lieu à au moins une publication, la moyenne étant de 2 publications par doctorant dans de bons journaux (european food research and technology, food microbiology, metabolomics journal, international journal of food microbiology). Sur les 9 étudiants ayant soutenu leur thèse, 8 ont trouvé un emploi dans le secteur public, et 1 est sans emploi.

Un total de 36 mois de séjour ont été partagés par 4 stagiaires post-doctoraux, incluant 2 étudiants étrangers. De plus, l'unité a accueilli 7 étudiants en master. L'équipe a aussi accueilli 4 doctorants extérieurs pour des séjours de courtes durées. L'initiative des « ateliers de rédaction », à raison d'un par mois, a aussi été mise en place dans la dernière période afin d'améliorer les compétences des doctorants en écriture et communication scientifique.

L'équipe B2ISI a produit, au cours de la période, 13 thèses défendues ou en cours dont 8 en cotutelle. 7 doctorants ont soutenu leur thèse et 6 thèses sont en cours, notamment de nombreuses en partenariat avec le Brésil. Toutes les thèses soutenues ont donné lieu à au moins deux publications, la moyenne étant de 5 publications par doctorant dans de bons journaux (FASEB, Gut, Veterinary Research, Applied Environmental Microbiology, PLOS ONE...). Sur les 7 étudiants ayant soutenu leur thèse, 5 ont trouvé un emploi dans le secteur public, et 2 sont sans emploi. L'équipe a aussi accueilli 4 doctorants extérieurs pour des séjours de courtes durées ainsi que quatre stagiaires post-doctoraux. Les membres de l'équipe ont participé à 15 comités de thèse dans le dernier contrat.

Appréciation sur ce critère

Les équipes actives en microbiologie ont produit 2 thèses par HDR sur la période ce qui constitue une très bonne productivité en termes de formation par la recherche. Les chercheurs et enseignants-chercheurs sont aussi largement impliqués dans les enseignements de master.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le nouveau projet sur cinq ans du STLO intègre les équipes MICOV, MICRO et B2ISI dans une nouvelle entité nommée E4-MICROBIO. Bien que cet échange soit possible à l'intérieur de l'UMR, il semble assez évident que la fusion de ces équipes amènera une certaine fluidité des échanges et une meilleure cohésion. Cette fusion, déjà en processus, permettra également d'augmenter la masse critique d'expertise dans une structure plus cohérente.

La fusion des trois équipes est appropriée pour chacune d'elles, mais pour des raisons différentes. L'intégration de l'équipe MICOV est tout à fait pertinente et l'orientation vers l'étude globale des écosystèmes microbiens devrait permettre à l'équipe de progresser en termes de compétences et de résultats. Le projet écrit manque de détails quant aux propositions concrètes pour le secteur des œufs et des ovoproduits. Lors des présentations, il est apparu que de nombreuses interactions avec les équipes fusionnées (B2ISI et MICRO) et les autres équipes de l'unité STLO (TIPIL) sont planifiées. Pour l'équipe MICRO, le manque d'effectif en fin de contrat fragilisait cette équipe qui, par ailleurs, se rapprochait progressivement en compétence et en intérêt de l'équipe B2ISI.

Le projet de la nouvelle équipe E4-MICROBIO est dans la mouvance actuelle de la recherche sans être totalement nouveau. En effet, les approches d'écosystèmes microbiens sont déjà développées et exploitées par plusieurs équipes s'intéressant également aux produits laitiers. Entre autres, les équipes suivantes ont des thèmes, des objectifs et des approches de recherche qui peuvent être perçus comme semblables à certains égards à ceux rapportés dans le nouveau projet de l'équipe Microbio : ÉcoMic de l'UMR GMPA de Inra-AgroParisTech, Thiverval-Grignon ; le pôle « Écosystème » de l'Institut Micalis ; UR 0545 Recherches fromagères LRF à Aurillac. L'équipe semble consciente de cet environnement de recherche et cherchera à établir des collaborations sur certaines thématiques. Lors de la prochaine année, avant l'entrée en fonction de la nouvelle structure, il sera primordial pour la nouvelle Équipe E4-MICROBIO d'établir clairement son positionnement et de se distinguer significativement des autres initiatives recensées dans les objectifs scientifiques qu'elle entend établir. Son historique scientifique laisse toutefois peu de craintes à ce sujet. De plus, il sera important de définir les champs de compétence que l'équipe compte maîtriser en interne et ceux qui devront être agrégés via des collaborations. Le renforcement entamé de l'équipe en bioinformatique est indispensable, mais des objectifs clairs doivent être fixés, surtout dans le cadre des projets liés au microbiote digestif qui est un domaine très compétitif.

De même, la volonté d'étudier les interactions bactéries-hôtes dans les modèles mammaires et gastro-intestinaux demande l'acquisition de nombreuses compétences (immunologie, modèles animaux, études précliniques et cliniques) indispensables pour jouer un rôle significatif dans ces thématiques, également très compétitives au plan international et qui sont en grande partie nouvelles pour l'unité. Comme pour l'écologie microbienne, l'équipe doit

définir ici ce qui sera fait en interne et ce qui sera fait à l'extérieur et avec qui. L'unité devra être attentive à maîtriser suffisamment de dimensions pour pouvoir revendiquer le rôle de coordinateur de projets et assurer un leadership national et international. De plus, le positionnement par rapport à d'autres structures de recherche en France et à l'étranger doit être plus étudié. Le projet en cours de finalisation devrait mieux définir les interactions avec les autres équipes de l'unité STLO, notamment l'équipe TIPIL et la plateforme laitière, qui sont un avantage concurrentiel non négligeable à exploiter. Il faut plus asseoir le projet d'équipe sur les compétences établies de l'unité sans négliger l'intérêt de faire évoluer les thématiques.

Le projet de la nouvelle équipe E4-MICROBIO n'indique pas la répartition des efforts (en % ou autre) sur chacun des thèmes et des activités des deux grands axes. Il est donc difficile d'établir si des activités de recherche précédemment couvertes par les équipes individuelles seront progressivement délaissées ou renforcées dans ce nouveau regroupement. Notamment l'étude de la fonctionnalité des enzymes et des processus physiologiques des souches modèles est encouragée puisque les méta-analyses ne donnent pas d'informations précises sur l'activité des enzymes en condition fromagère.

Appréciation sur ce critère

Le projet développé par la nouvelle équipe fusionnée E4-MICROBIO propose une stratégie en deux axes qui s'inscrivent bien dans les thématiques actuelles de la recherche scientifique, mais qui demandent de nombreuses collaborations en dehors de l'unité. Le projet présenté est bon, mais est insuffisamment précis et développé et doit être plus intégré avec les compétences de l'unité.

Conclusion

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe MICOV est une équipe soudée qui maîtrise sa niche de compétence et qui a une forte implication dans le secteur industriel des œufs et ovoproduits ainsi que dans la formation initiale et continue.

L'équipe MICRO a réussi à établir une forte crédibilité et a exprimé son leadership national et international. Elle a développé des approches originales qui permettent de comprendre la distribution spatiale et l'activité des microorganismes présents dans les matrices fromagères. Elle publie ses recherches dans des journaux reconnus et sa productivité est élevée. Elle participe activement à la formation par la recherche. Finalement, elle a établi des partenariats avec les entreprises privées et demeure en contact avec son milieu social et économique.

L'équipe B2ISI a fourni un excellent travail et les perspectives de développement paraissent d'autant plus riches qu'un rapprochement avec des équipes très complémentaires est prévu.

▪ Points faibles et risques liés au contexte

La fusion des équipes permettant de créer l'équipe E4-MICROBIO a le potentiel de faire dévier des projets réalisés actuellement par les équipes individuelles et d'un grand intérêt scientifique. L'équipe MICOV était une équipe trop petite pour élaborer seule un projet ambitieux. Cependant, le projet futur concernant les œufs et ovo-produits reste à développer dans la future équipe fusionnée et cette filière ne doit pas être négligée par rapport à la filière laitière. Le fait de fusionner trois équipes ne conduit pas forcément à une meilleure visibilité et il reste un travail d'animation scientifique et de choix stratégiques à partager entre membres de cette nouvelle équipe MICROBIO.

▪ Recommandations

Les principales recommandations du comité d'experts sont :

- de maintenir un projet propre aux œufs et ovo-produits dans la future équipe MICROBIO fusionnée et s'assurer du maintien des compétences dans ce domaine ;
- que l'équipe MICROBIO s'assure de maintenir sa visibilité et poursuive les activités émanant de chacune des équipes en lui permettant d'exprimer son leadership ;
- de bâtir et consolider un véritable projet d'équipe issu de la fusion des équipes MICOV, MICRO et B2ISI avec une cohérence et un partage de compétences au sein de l'unité.

Plate-forme CIRM : Centre international de ressources microbiennes - Bactéries d'intérêt alimentaire (CIRM-BIA)

Nom du responsable : M^{me} Florence VALENCE-BERTEL

Domaine d'activité : Centre de ressources biologiques (fermentation alimentaire)

Composition (ETP entre parenthèses)	Nombre au 30/06/2015	Nombre au 01/0/2017
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés		
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	3 (2,8)	3 (2,8)
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, etc.)		
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
N7 : Doctorants		
TOTAL N1 à N7	4 (3,8)	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées		

• Appréciations détaillées

Le Centre de Ressources Microbiennes - Bactéries d'Intérêt Alimentaire de l'UMR STLO est de fait une plateforme de ressources. C'est un des cinq Centres de Ressource Biologique portés par des UMR de l'Inra. Trois personnels de l'unité y sont totalement dédiés (une IE qui le dirige et 2 autres personnels techniques), ainsi que 2 scientifiques et 4 autres personnels techniques des autres équipes de l'unité, à 5 % de leur temps, pour un total de 2,8 ETP. Sa vocation est d'acquérir, caractériser, conserver et diffuser des bactéries d'intérêt alimentaire, essentiellement des flores bactériennes associées aux fermentations lactiques, propioniques et des bifidobactéries. Il a également vocation à mener des travaux de recherche et de développement sur les ressources qu'il détient ou qui sont susceptibles d'intérêt. Ces travaux sont ainsi orientés selon trois axes : I) la caractérisation des communautés bactériennes de milieux alimentaires fermentés en vue de la collecte de souches d'intérêt ; II) le criblage de propriétés technologiques d'intérêt ; III) l'étude de la diversité moléculaire et phénotypique de souches bactériennes d'intérêt. Ceci se traduit par une implication dans des programmes de recherche européens ou nationaux, relevant de chacun de ces trois axes. Cinq doctorants y ont été impliqués (2 co-encadrés diplômés pendant la période considérée, 2 autres diplômés accueillis pour un an, 1 co-encadré en cours) et un post-doc.

L'insertion du CIRM-BIA dans les réseaux de collections de micro-organismes aux niveaux français (Réseau français des Centres de Ressources Biologiques « micro-organismes ») et européen (European Culture Collections' Organisation), et son référencement à la World Federation for Culture Collection) sont inhérents à l'activité même du CIRM-BIA, mais ils témoignent de son positionnement bien identifié et de son niveau largement reconnu. Il en est de même de son excellente implication dans les projets « Infrastructures » au niveau national (Biobanques 2012-2016) ou européen (programmes European Microbial Resource Centers - EMbaRC, 2009-2012, coordonné par une scientifique du

laboratoire STLO ; et Microbial Ressource Research Infrastructure, - MIRRI, 2012-2015). Le CIRM-BIA est certifié ISO 9001 depuis 2007. L'importance des ressources en microorganismes d'intérêt hébergées par le Centre (4000 souches conservées et 2000 souches au catalogue) et les compétences développées l'amènent également à être sollicité pour participer à des programmes de recherche (2 programmes ANR et 1 programme régional) en tant que membre participant dans différents domaines (recherche de bactéries aux propriétés antifongiques, caractérisation de levains, etc.). Son implication dans l'un des axes du métaprojet PROFIL (2014-2019) - axe 1 antifongique - traduit l'intérêt des recherches menées et les valorisations potentielles en termes d'innovation. Le rayonnement remarquable du Centre est également quantifiable par la diffusion de matériel biologique à des partenaires externes (720 souches pendant la période évaluée) dont une part à des partenaires académiques. Son potentiel s'est par ailleurs accru de 451 nouvelles souches (de 21 espèces différentes) de biotopes très variés. Le rayonnement et l'attractivité académique du CIRM-BIA peuvent être qualifiés d'excellents. Le CIRM-BIA est un des « outils » stratégiques dont s'est doté l'Inra. Son positionnement spécifique, ses compétences identifiées et sa notoriété témoignent d'un réel dynamisme.

La vocation première du CIRM-BIA (acquérir, conserver, caractériser et diffuser des souches microbiennes d'intérêt) le situe clairement en interfaçage avec le monde socio-économique. La forte diffusion des souches bactériennes (720 pendant la période) en est un très bon indicateur, compte tenu de la taille de l'équipe. De même, le CIRM-BIA a réalisé des contrats de valorisation (4) et des prestations de service pour de nombreux industriels (34 recensées). Le développement d'un système d'information en ligne (site web, bases de données, catalogues) devrait contribuer à améliorer l'interfaçage avec les demandeurs et partenaires potentiels et à améliorer le bilan de CIRM-BIA en ce sens. Le CIRM-BIA, en particulier son animatrice, s'implique dans les réseaux d'experts et groupes de travail sur les normes (ex. réglementation Nagoya). Le CIRM-BIA participe activement au groupe de travail pour porter la norme CRB NF96-900 au niveau international. L'équipe a aussi travaillé sur les modèles économiques liés au fonctionnement des CRB et au management de leurs ressources. Ceci témoigne de la très bonne interaction avec les centres homologues et avec l'environnement partenarial en général. Fait remarquable, les résultats du groupe de travail sur l'élaboration des coûts de revient des microorganismes dans les CRB a permis la rédaction d'un ACL sur le sujet. L'animatrice s'implique également dans la formation du Master « Management des Biobanques » ESTBB de l'UCL. Finalement, le CIRM-BIA a également été en mesure d'interagir avec des partenaires académiques et industriels lors de la présentation de trois conférences lors de séminaires portant sur le management des ressources microbiennes et leur potentiel de valorisation. L'interaction du CIRM-BIA a aussi été significative lors du Carrefours de l'Innovation Agronomique organisés par l'Inra, résultant en deux articles dans les actes du colloque (2x ACTN). En résumé, le CIRM-BIA démontre une excellente interaction avec l'environnement social, économique et culturel, incluant le STLO et les partenaires extérieurs.

Malgré le fait que l'implication dans la formation par la recherche n'est pas le mandat premier du CIRM-BIA, son activité de formation est très bonne. En effet, le CIRM-BIA s'est très bien investi dans cette activité aidant ainsi plusieurs doctorants. C'est essentiellement au niveau de l'encadrement doctoral (ainsi que pour certaines techniques spécifiques de caractérisation) que les personnels du CIRM-BIA participent à la formation des jeunes chercheurs. Un total de 5 doctorants et 1 stagiaire post doctoral ont bénéficié pendant une période limitée de l'encadrement du CIRM-BIA. Par ailleurs, l'animatrice du CRIM-BIA intervient dans la formation de master Management des biobanques de l'École Supérieure de Biologie-Biochimie-Biotechnologie de Lyon. De plus, en termes de production académique, 12 ACL ont été co-signés par des membres du CIRM-BIA, publié dans des revues de microbiologie appliquée, la plupart de très bon ou d'excellent niveau (1^{er} quartile, 2 en notoriété exceptionnelle) ainsi que 2 chapitres d'ouvrages. La synergie scientifique avec l'équipe MICRO apparaît naturelle.

L'avenir du CIRM-BIA est bien identifié dans le projet d'unité pour le futur contrat. La situation CIRM-BIA au sein de l'unité STLO constitue un atout indéniable pour l'unité et en particulier pour l'équipe MICROBIO réorganisée. Le fait que le Centre ait d'ores et déjà étendu son champ de travail à des communautés bactériennes liées aux fermentations alimentaires dans le domaine végétal (végétaux lactofermentés) est intéressant dans la perspective que se donne l'unité d'élargir ses recherches à ce domaine. Le projet du CIRM-BIA est de s'investir davantage sur des collectes ciblées au sein de biotopes végétaux et de développer son expertise sur l'identification des espèces bactériennes impliquées et la caractérisation de leurs fonctionnalités. Par ailleurs, le CIRM-BIA initie des travaux dans la voie innovante de conservation de consortia impliqués dans les fermentations alimentaires. La volonté affichée d'être référencé dans la liste positive des CRB appliquant la nouvelle réglementation internationale sur la gestion et la valorisation des ressources biologiques (protocole de Nagoya) qui se met en place au plan européen est cohérente avec l'ambition générale du CIRM-BIA. La question des moyens humains et matériels alloués au fonctionnement du Centre et à ses nouvelles ambitions n'est pas développée dans le rapport, mais mériterait d'être adressée puisque les activités reposent sur un nombre très faible de personnes ayant des compétences difficilement remplaçables. Le centre mériterait un support conséquent. En résumé, le CIRM-BIA s'est doté d'une très bonne stratégie sur 5 ans qui repositionnera davantage les activités du centre vers ses activités de collection, tout en poursuivant ses activités de prestation et de recherche.

Conclusion

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

L'activité scientifique conduite au CIRM-BIA apparaît de très bon niveau. L'importance des ressources en microorganismes d'intérêt hébergées par le Centre et les compétences développées l'amènent à être sollicité pour participer à des programmes de recherche de qualité avec des partenaires externes. La situation CIRM-BIA au sein de l'unité STLO constitue un atout indéniable pour l'unité et en particulier pour l'équipe Microbio réorganisée.

▪ Points faibles et risques liés au contexte

La question des moyens humains et matériels alloués au fonctionnement du centre et à ses nouvelles ambitions devra être traitée.

▪ Recommandations

Le comité d'experts recommande :

- que le centre accentue ses activités de collection, tel que décrit dans son projet, afin de bonifier l'intégration des données associées aux souches de la collection et la mise en conformité avec la réglementation Nagoya ;

- qu'une réflexion soit amorcée sur les moyens humains et financiers nécessaires pour poursuivre adéquatement les activités de collection et permettre au CIRM-BIA de réaliser son projet et ses activités.

5 • Déroulement de la visite

Dates de la visite

Début : Mardi 19 Janvier 2015 à 08H00
Fin : Mercredi 20 Janvier 2015 à 16h30

Lieu de la visite

Institution : Inra - Centre de Rennes - UMR 1253 STLO
Adresse : 65 rue de Saint Briec CS 84215 - 35042 Rennes cedex

Déroulement ou programme de visite

Mardi 19 janvier 2016

Les créneaux indiqués incluent présentation et questions

08h30-08h45	Huis clos - présentation du HCERES au comité d'experts par le Délégué Scientifique (DS)
08h45-09h00	Devant l'unité, présentation du comité d'experts et présentation du HCERES par le DS
09h00-09h40	Présentation générale de l'unité - bilan (présentation + questions).
09h40-10h40	Bilan et projet de l'équipe 1 « Interactions Structures Fonctionnalités des protéines et des lipides » (présentation + questions)
11H00 -11h50	Bilan et projet de l'équipe 2 « Transferts et Interactions Procédés-Produits - Industrie Laitière » (présentation + questions)
11h50-12h50	Bilan et projet de l'équipe 3 « Bioactivité et Nutrition » (présentation + questions)
13h50-14h14	Bilan de l'équipe 4 « Microbiologie de l'œuf et des Ovoproduits » (présentation + questions)
14h14-14h38	Bilan de l'équipe 5 « Microstructure fromagère et bactéries » (présentation + questions)
14h38-15h08	Bilan de l'équipe 6 « Biodiversité bactérienne et interactions in situ » (présentation + questions)
15h08-15h38	Projet de l'équipe Microbio (regroupement des équipes 4, 5 et 6) (présentation + questions)
15h38-16h02	Bilan et projet CIRM-BIA, Centre de ressource biologique (présentation + questions)
16h20- 17h00	Vision intégrée du projet unité par le futur directeur (présentation + questions)

Session rencontre avec le personnel permanent et non permanent

17h00-17h30	Rencontre avec les ITA titulaires, CDD <i>Auditoire : membres du comité d'experts, DS, sans les tutelles, ni la direction</i>
17h30-18h00	Rencontre avec les doctorants et post-doctorants et/ou CDD « chercheurs », Ingénieurs <i>Auditoire : membres du comité d'experts, DS, sans les tutelles, ni la direction</i>
18h00-18h30	Rencontre avec les chercheurs et enseignants chercheurs titulaires. <i>Auditoire : membres du comité d'experts, DS, sans les tutelles, ni la direction</i>

Mercredi 20 janvier 2016

- 09h00-09h30 Rencontre avec les représentants des tutelles
Auditoire : membres du comité d'experts, DS
- 09h30-10h00 Rencontre avec le directeur de l'école doctorale locale
Auditoire : membres du comité d'experts, DS, sans les tutelles, ni la direction
- 10h00-10h30 Rencontre avec les responsables d'équipe
Auditoire : membres du comité d'experts, DS
- 11h00-11h30 Rencontre avec la direction de l'unité
Auditoire : membres du comité d'experts, DS
- Jusqu'à 16h00 Réunion du comité d'experts à huis clos
Présence : membres du comité d'experts, DS

6 • Observations générales des tutelles



Unité mixte de recherche
Science et Technologie du Lait et de l'oeuf

Réponse de l'UMR STLO au rapport du Comité d'évaluation (visite 19-20 /01/2016)

Concernant l'Unité

Nous tenons à remercier le comité d'évaluation HCERES pour son travail d'expertise et le caractère constructif des échanges lors des deux jours de visite de l'UMR STLO. Nous souscrivons aux commentaires qui ont été faits concernant l'évaluation du projet du STLO et sommes tous conscients de l'importance des points soulevés pour la réussite de notre projet. Nous apportons un complément d'information sur quelques remarques qui ont d'ores et déjà été prises en compte :

- sur « *la vigilance à apporter à la pérennité du thème écoconception* ». L'INRA considérant ce thème comme prioritaire prévoit un renforcement par l'arrivée d'un nouveau chercheur dans l'UMR dès 2016. Cette priorité au niveau institutionnel s'est aussi traduite par la mise en place d'une transversalité INRA sur la thématique de « l'évaluation multicritère des systèmes agricoles et alimentaires » dont la coordination et l'animation a été confié à un de nos chercheurs. En lien avec cette nouvelle dynamique, une animation collégiale sera mise en place en interne dans un souci de meilleure appropriation de l'axe transversal *Ecoconception* par l'ensemble des équipes.

Sur les aspects globaux touchant aux axes transversaux, leur définition et animation. C'est une forte volonté de l'ensemble de l'UMR de partager les questions et d'avancer sur *des axes transversaux inter-équipes permettant des approches communes et de croiser les compétences* notamment sur les thématiques phares de l'Unité tels que « systèmes en milieux concentrés » qui est appelée à devenir un axe transversal. Ceci nécessite une animation en interne que nous souhaitons confier à des animateurs, lettres de mission à l'appui pour en fixer les attendus.

Sur le plan de la visibilité internationale de l'UMR, un des outils stratégiques est la Plateforme technologique Lait qui, d'une part permet de conforter l'attractivité de l'UMR au niveau de projets de plus grande envergure et d'autre part réaffirme l'intérêt pour l'ouverture vers le monde socio-économique à l'international. Cet effort est soutenu par l'Inra en termes de moyens humain et matériel.

On ne peut qu'être d'accord avec la recommandation sur la constitution d'un conseil scientifique composé de chercheurs extérieurs. La composition de ce conseil est en phase de construction et des rencontres sont prévues dès 2017 pour nous aider à valider nos choix et à mi-parcours vers 2019 pour discuter des avancées majeures et des priorités à conforter dans le cadre d'une vision prospective.

Nous partageons aussi la recommandation sur les modalités d'animation de l'équipe MICROBIO qui réunit trois anciennes équipes. Des éléments de réponse ont été apportés par l'équipe dans le paragraphe qui leur est consacré ci-dessous.

Enfin la direction de l'UMR-STLO remercie les experts de la commission pour leurs commentaires généraux et leurs appréciations d'excellence et d'encouragements pour les différentes équipes.

Equipe E1 : Interactions Structure-Fonction - Protéines et Lipides (ISF-PL)

Responsable : Saïd Bouhallab

L'équipe ISF-PL remercie la commission pour ses appréciations et recommandations qui seront utiles pour notre projet et notre dynamisme futur. Nous avons particulièrement apprécié les commentaires des experts sur le rôle fondateur et structurant de nos travaux et sur le positionnement de l'équipe en tant qu'acteur majeur des travaux sur l'étude de la structure et la fonctionnalité des assemblages de protéines et lipides dérivés du lait et des œufs. Nous sommes conscients qu'il faudra remédier à la faible proportion de post-doctorants afin de pouvoir conduire en parallèle des activités transverses de bon niveau.

Concernant notre stratégie et notre projet à cinq ans, la commission a bien souligné l'essentiel, i.e. notre volonté de maintenir des liens forts avec l'interprofession tout en développant des études et des approches conceptuelles. La commission a également bien souligné les limites de nos moyens sur la thématique « lipides et globules gras », limites accentuées par le départ récent en mobilité d'un des deux scientifiques pour raison familiale. Nous poursuivons nos discussions en interne afin de définir une stratégie permettant de maintenir cette thématique au meilleur niveau scientifique au sein de l'UMR. En concertation avec l'équipe BN, notre stratégie est de maintenir une forte activité à l'interface des deux équipes avec l'aide de l'IE recruté en lipidomique et d'un CR dont le recrutement sera demandé en 2017.

Concernant les recrutements futurs et le renforcement des compétences, les choix se jouent évidemment à l'échelle de l'unité, au service du projet collectif. Nous comptons argumenter sur la nécessité pour les thématiques de l'équipe et de l'UMR de pérenniser un bon niveau de physico-chimie fondamentale élargi à la modélisation au travers du recrutement d'un CR1.

Equipe 2 : Transfert et Interactions dans les Procédés de l'Industrie Laitière (Tipil)

Responsable : Pierre SCHUCK

Les membres de l'équipe Tipil tiennent à remercier le jury pour son appréciation détaillée et commentée ainsi que pour ses recommandations. Nous sommes pleinement en phase avec les remarques formulées qui confortent notre point de vue sur le projet que nous avons proposé. Nous poursuivrons ainsi nos travaux sur la relation entre la compréhension de la dynamique à l'œuvre dans les procédés d'une part et la conduite du procédé d'autre part afin de proposer des solutions de type aide à la décision.

Pour autant, nous sommes conscients qu'un tel projet nécessite des moyens humains qui vont au-delà des forces actuellement en présence. Pour pallier ce risque, nous comptons donc développer, comme suggéré par le comité, les relations avec les autres équipes de l'UMR (ISF-PL et BN en priorité) afin de mutualiser et capitaliser les compétences autour de questionnements scientifiques communs. Il s'agit notamment des questions transversales sur la compréhension du comportement des systèmes concentrés lors d'opérations de transformation.

Au-delà, l'équipe envisage également un renforcement de ses compétences en physique, en modélisation et en mécanistique des procédés de concentration et de séchage au travers de la demande d'un poste de CR2, priorisé courant mars par l'unité.

Equipe 3 : Bioactivité et Nutrition (BN)

Responsable : Didier Dupont

L'équipe « Bioactivité & Nutrition » remercie le comité HCERES pour ses appréciations sur les différents critères d'évaluation qu'elle trouve positives et pertinentes. Concernant la recommandation à collaborer avec des équipes expertes en représentation des connaissances, l'équipe BN tient à signaler qu'elle développe depuis deux ans, avec d'autres partenaires INRA (CSGA), un projet sur la capitalisation des

connaissances (AIC Carédas) basé sur le développement d'ontologies sur la construction/déconstruction de gels laitiers dans le but de structurer et conserver les données générées par les équipes INRA sur ce sujet. Elle travaille également avec des mathématiciens appliqués du Département MIA de l'INRA pour modéliser le processus de digestion des matrices laitières.

Concernant le partenariat industriel avec la filière des ovoproduits, l'équipe ne peut que constater que, malgré une participation active aux réunions de l'ADRO Ouest et des contacts multiples et répétés avec certains industriels de la filière, le partenariat industriel reste limité. Les industriels de cette filière, moins bien structurée que la filière laitière et financièrement beaucoup plus limitée, semble s'investir prioritairement sur des questions de sécurité des aliments plus que sur des problématiques nutritionnelles. Néanmoins, nous poursuivons nos efforts en ce sens et déposons un nouveau projet ANR impliquant un industriel de la filière.

Les questions de recherche portant sur le lait maternel, en particulier son devenir dans le tube digestif du nouveau-né, sont déjà au cœur du projet de l'équipe BN et deux publications sont sorties en 2016. Une réflexion globale vient d'être initiée au sein de l'UMR pour faire de ce thème un projet transversal impliquant toutes les équipes du laboratoire.

La coordination pendant 8 ans (2008-2015) du programme prioritaire « Modaltub » qui regroupe toutes les équipes INRA travaillant sur le tube digestif nous donne une excellente vision du périmètre d'action de chacun des laboratoires participants. L'équipe BN est donc clairement leader au niveau national sur les mécanismes de digestion des produits laitiers et ovoproduits et ses conséquences sur la santé de l'homme.

Equipe E4 : MICROBIO

Responsables : Eric Guédon et Anne Thierry

Toute l'équipe MICROBIO tient à remercier l'ensemble du comité HCERES pour la qualité des échanges au cours des deux jours de visite et pour les recommandations soumises. Elles seront sans nul doute utiles à fixer les contours définitifs du projet de l'équipe. Le pré-rapport est conforme aux échanges et nous en sommes très satisfaits.

Nous tenons cependant à revenir sur quelques points qui, soit ont été insuffisamment explicités lors de la visite, soit ont été renforcés depuis cette visite.

Le regroupement des trois équipes MICOV, MICRO et B2ISI repose sur un projet commun visant à renforcer nos compétences sur nos thématiques actuelles (compréhensions du comportement de nos bactéries modèles dans les matrices lait et œuf) et, ce qui est plus nouveau, à comprendre le fonctionnement des communautés microbiennes (fermentaires, mammaire et d'altération). L'objectif de cette fusion est de mobiliser autour de ces thématiques des expertises et des approches qui sont propres aux trois anciennes équipes pour être, ensemble, plus pertinents, plus efficaces et plus visibles. Ceci nous permettra aussi de conforter notre leadership dans nos domaines respectifs et de monter rapidement en puissance sur le thème des communautés microbiennes.

Les équipes engagées dans cette fusion ont déjà de nombreux contacts et échanges entre elles et avec les autres équipes de l'unité. L'obtention d'aliments issus de nos matrices requiert la maîtrise des matières premières (lait, ovoproduits ou mixte lait-végétal), des technologies et de la microbiologie (par ex. flore fermentaire, pathogène ou d'altération). Ceci nous amène naturellement à interagir avec l'ensemble de nos collègues de l'UMR STLO.

Nous avons dessiné les contours de notre projet autour de deux axes qui se déclinent en questions de recherche. Des financements, comme nous l'avons présentés, sont d'ores et déjà été acquis pour certaines d'entre elles et ceux-ci impliquent des partenaires académiques ou privés. Les séminaires bimensuels de l'équipe sont déjà en place et permettent peu à peu de monter en cohésion et de stimuler les échanges. A cela, s'ajoutent des journées de rédactions scientifiques auxquelles est convié l'ensemble des personnels et qui permettent de croiser les regards et les avis sur des articles en projet ou en cours de rédaction et la préparation de conférences. Nous avons commencé à travailler plus en synergie également au montage des projets.

Le projet de l'équipe MICROBIO peut aussi compter sur un solide réseau de collaborations déjà en place, tant en France qu'à l'étranger. Les sorties visées sont très en prise avec les réalités et les attentes des filières de transformation lait et œuf et s'inscrivent dans les thématiques de l'ensemble de l'unité, à savoir proposer des procédés plus efficaces voire en rupture (en termes de qualités sanitaires, technofonctionnelles, organoleptiques, de lien aliment-nutrition-santé...) pour améliorer les produits existants et en proposer de nouveaux (par ex. fermentation de mixte lait-végétaux, séchage de matrices préfermentées, probiotiques mammaires). Ces sorties reposent notamment sur l'expertise acquise par l'unité dans la stabilisation des matrices (lait et ovoproduits) et dans l'élaboration de fromages à affinage bactérien interne tels que l'emmental ou d'autres pâtes pressées/pressées cuites. Les travaux de l'équipe se démarquent aussi par les connaissances acquises sur la relation bactérie-matrice en lien avec l'expression des fonctionnalités. En cela, ils trouveront naturellement leur place et ouvriront des possibilités de collaborations et de développement sans recouvrement au sein d'un paysage où, comme l'a souligné le comité de visite, plusieurs équipes développent des thématiques touchant à des écosystèmes laitiers. Nos travaux s'en distinguent par le fait de cibler des assemblages modèles de bactéries lactiques et propioniques, alors que les travaux existant sont menés sur des communautés de surface (GMPA) ou sur les communautés traditionnelles complexes de fromages des filières AOC (Poligny, Aurillac).

Centre international de ressources microbiennes –Bactéries d'intérêt alimentaire (CIRM-BIA)

Responsable : Florence Valence-Bertel

Le CIRM remercie le comité pour la pertinence de son évaluation et qui a bien pris note que le CIRM-BIA constitue un atout indéniable pour l'Unité et en particulier pour le futur projet de l'équipe MICROBIO réorganisé. Nous espérons être entendus sur l'importance des moyens humains nécessaires à la montée en puissance du CIRM sur le plan de la collection notamment pour la conservation des consortia.

Fait à Rennes le 6/04/2016

Joëlle LEONIL

Directrice de l'UMR STLO

Grégoire THOMAS
Professeur
Directeur général
AGRO CAMPUS OUEST

INRA UMR 1253 STLO

65 rue de Saint Brieuc - CS 84215 - 35042 Rennes Cedex - France