

Dossier de presse

Lancement du projet européen
EMbaRC
coordonné par l'INRA et l'Institut Pasteur

18 mars 2009
INRA Rennes

SOMMAIRE

Communiqué de presse	p 3
1) EMbaRC, une locomotive pour la création d'un réseau international de ressources	p 6
2) Les moyens mis en œuvre	p 6
3) EMbaRC : un projet d'envergure européenne, étape incontournable pour des collections de micro-organismes compétitives	p 7
4) Un projet coordonné par l'INRA et l'Institut Pasteur	p 8



INRA, Institut Pasteur

COMMUNIQUÉ DE PRESSE

Le 18 mars 2009

Biodiversité des micro-organismes : EMbaRC, un programme européen pour la conservation et la valorisation des ressources microbiologiques

Un Consortium européen des centres de ressources microbiologiques a été lancé le 18 mars 2009. Intitulé EMbaRC (European Consortium of Microbial Resource Centres), il vise notamment à harmoniser les systèmes de conservation et d'identification des bactéries et champignons microscopiques entre les différents pays d'Europe, mais aussi à développer des banques d'ADN et à renforcer la biosécurité. L'objectif est ainsi de favoriser la conservation et la valorisation de la biodiversité microbiologique.

L'INRA, l'Institut Pasteur et des structures analogues en Europe – en Allemagne, en Angleterre, en Belgique, en Espagne, aux Pays-Bas et au Portugal, soit au total une dizaine d'institutions, ont en effet décidé de collaborer étroitement : d'une part pour harmoniser leurs méthodes de conservation des micro-organismes, notamment pour la lyophilisation et la congélation qui sont les deux grands procédés de conservation des bactéries, d'autre part pour standardiser et faire évoluer leurs méthodes d'identification. Il s'agit également de mettre en place des banques d'ADN, qui intéressent de plus en plus la communauté scientifique. Dans ce domaine, différentes méthodes de stockage de l'ADN existent, qu'il va falloir évaluer et comparer, l'objectif du consortium étant à terme de monter une collection d'ADN de micro-organismes. Parallèlement à ces différents chantiers, les centres souhaitent mettre en place un guide commun de biosécurité.

« La qualité des bio-ressources est essentielle dans toutes les recherches entreprises pour caractériser et valoriser la biodiversité. Contribuer à la pérennité des collections et à leur financement durable est une des missions prioritaires d'EMbaRC », explique Sylvie Lortal, directrice du Centre International de Ressources Microbiologiques – Bactéries d'Intérêt Alimentaire (CIRM-BIA) à l'INRA. Plus de 10 000 souches microbiennes sont référencées dans le CIRM et ne représentent qu'une partie des collections INRA.

« Une collection de micro-organismes n'est pas un musée, elle n'est pas statique, il faut constamment l'enrichir, développer de nouvelles méthodes d'identification et de conservation », ajoute Chantal Bizet, responsable du Centre de Ressources Biologiques de l'Institut Pasteur (CRBIP). Au sein du centre de recherche parisien, le CRBIP regroupe au total quelque 20 000 souches de virus, de cyanobactéries, de champignons microscopiques, et de bactéries, dont la plus vieille souche bactérienne conservée au monde, isolée en ... 1892 !

Des ressources pour l'avenir...

Pérenniser au mieux les collections de micro-organismes sous leurs différentes formes (entiers, ADN,...), tel est donc l'objectif. L'utilité de ces Centres de Ressources Biologiques est considérable. Les micro-organismes qu'ils contiennent intéressent la recherche académique, l'enseignement,

l'industrie agro-alimentaire ou pharmaceutique, le milieu hospitalier, notamment à travers ses laboratoires d'analyse...

Prenons l'exemple d'un nouveau vaccin en cours d'élaboration. Il peut être intéressant de travailler sur des souches de l'ère pré-antibiotique par exemple, qui n'ont jamais subi la pression de sélection exercée par ces molécules. Des souches conservées depuis plus de 70 ans devront alors être récupérées. Autre exemple : la mise au point d'antibiogrammes, qui nécessite l'utilisation de souches différentes d'une même bactérie pour représenter sa diversité.

Les collections de micro-organismes ne sont définitivement pas des musées, mais bien de précieuses ressources utiles à la recherche et à la santé publique. Mutualiser et coordonner les méthodes de conservation, identification et caractérisation des ressources microbiologiques de ces collections favorisera la préservation et la valorisation de la biodiversité qu'elles représentent.

EMbaRC rassemble 10 partenaires de 7 pays européens. La coordination scientifique du projet est assurée conjointement par l'INRA (Sylvie Lortal) et par l'Institut Pasteur (Chantal Bizet). La Commission Européenne finance ce projet d'infrastructures de recherche sur trois ans (2009-2012) au travers du 7^{ème} Programme-Cadre. Le financement accordé par l'Europe s'élève à 4,2 M€ pour un coût total estimé à 5,5 M€.

Contacts scientifiques

Sylvie Lortal - Coordinateur d'EMbaRC
Unité mixte de recherche INRA/Agrocampus Ouest
"Science et technologie du lait et de l'œuf "
Centre INRA de Rennes
Tél : 02 23 48 53 21 - Sylvie.Lortal@rennes.inra.fr

Chantal Bizet – Vice-coordonateur d'EMbaRC
Centre de Ressources Biologiques de l'Institut
Pasteur,
Paris
Tél : 01 45 68 87 75 – chantal.bizet@pasteur.fr

Contacts presse

> **Service de presse INRA**
Mathilde Maufra
tél : 01 42 75 91 69
ou presse@inra.fr

> **Service communication INRA-Rennes**
Patricia Marhin
tél : 02 23 48 52 64
Patricia.Marhin@rennes.inra.fr

> **Service de presse Institut Pasteur**
Corinne Jamma (01 40 61 33 41) ou Nadine
Peyrolo (01 45 68 81 47) – presse@pasteur.fr

Le projet EMbaRC en bref

- > Conserver, explorer et préserver ces ressources biologiques
- > Préserver et valoriser la biodiversité qu'elles représentent
- > Jeter les bases du futur Réseau mondial de Centres de ressources biologiques (CRB)

10 partenaires de 7 pays européens

4,2 M€ accordés par l'Europe s'élève à pour un coût total estimé à **5,5 M€**

200 000 souches contenues dans les différentes collections des partenaires

70 scientifiques et techniciens impliqués

6 axes de recherche :

- Développer des normes et protocoles communs
- Permettre un accès, une formation et un support aux utilisateurs
- Permettre une activité durable des Centres de Ressources Biologiques
- Améliorer les méthodes de conservation des souches et de l'ADN
- Explorer de nouvelles approches dans l'identification des espèces
- Autoriser un accès transnational aux infrastructures d'EMbaRC

1) EMbaRC : une locomotive pour la création d'un réseau international de ressources

Le projet EMbaRC a pour objectif d'établir un réseau pérenne de Centres de ressources microbiologiques (CRB) européens. En effet, ces centres représentent une large gamme de bioressources mais offrent aussi des services experts.

Dans le contexte d'évolution très rapide des outils de la biologie, les partenaires du programme de recherche EMbaRC mettront en commun leur expertise pour améliorer la conservation à long terme et dans des normes adéquates des souches et de l'ADN, ainsi que pour mettre au point de nouvelles méthodes d'identification et d'exploration des micro-organismes, ceci pour le bénéfice de la communauté scientifique la plus large. La qualité et la pertinence de ces ressources et des compétences seront ainsi préservées.

Cette évolution facilitera les partenariats avec le secteur économique en matière de recherche et d'innovation (par exemple dans le domaine des fermentations alimentaires ou dans le développement de vaccins), ce qui contribuera en retour à maintenir des ressources financières suffisantes pour l'entretien de ces collections.

Au travers de l'activité dite d'accès transnational, et via un appel d'offre, l'accès aux services experts et équipements spécifiques des partenaires permettra à des équipes de recherche de mener à bien des projets de recherche irréalisables sans ces infrastructures ou de se former au management de collection.

Enfin, de par ses activités de mise en réseau et d'harmonisation, EMbaRC jettera les bases du futur Réseau international de CRB (Global Biological Resource Centre Network, GBRCN), permettant à l'expertise et à la recherche européennes d'être au premier plan de la scène internationale.

EMbaRC vise aussi à impulser une nouvelle dynamique à l'échelle européenne autour de la biodiversité microbienne.

2) Les moyens mis en œuvre

➤ Développer des normes et protocoles communs

Le projet EMbaRC a pour objectif d'établir des approches et procédures communes pour les activités de réseau. Cela nécessite d'opérer sous les normes requises (guide de bonnes pratiques de l'OCDE pour les CRB, norme AFNOR NF S96-900 : Système de management d'un CRB et qualité des ressources biologiques d'origine humaine et microbienne) afin de fournir des produits et services de haute qualité dans un but de satisfaction des utilisateurs. A terme le projet doit aboutir à la mise en place d'un Code de Conduite pour la Biosécurité pour les CRB de micro-organismes européens.

➤ Favoriser une activité durable des Centres de Ressources Biologiques

Les souches détenues par les partenaires seront évaluées et les mécanismes destinés à enrichir les collections avec de nouvelles souches et des éléments génétiques (plasmides ou banques d'ADN à haute valeur scientifique et économique) seront développés. Le dépôt de ressources microbiennes, dans l'intérêt de la science et des utilisateurs sera également favorisé via une stratégie volontariste.

➤ Améliorer les méthodes de conservation des souches et de l'ADN

Les protocoles existants seront améliorés et à défaut de nouveaux seront développés pour notamment allonger la durée de conservation du matériel préservé pour lequel les méthodes conventionnelles donnent des résultats insuffisants (notamment le cas des souches dites *délicates* ou *récalcitrantes*). Des techniques harmonisées seront développées pour les banques d'ADN, de même qu'une méthode de conservation à long terme pour l'ADN génomique issu de matériel biologique authentifié. Les méthodes seront validées et le matériel biologique authentifié par des essais inter-laboratoires sur les souches de référence les plus demandées.

➤ **Explorer de nouvelles approches dans l'identification des espèces**

Il s'agira d'améliorer les approches existantes et de développer de nouvelles approches en classification et identification de micro-organismes. Cela consiste en particulier à développer de nouveaux marqueurs moléculaires pour l'identification des espèces procaryotes et eucaryotes ; à développer l'identification d'espèces procaryotes par spectrométrie de masse (MALDI-TOF) ; à créer une base de données pour les espèces eucaryotes ; et enfin à développer des méthodes à haut débit pour sélectionner de nouveaux outils phylogénétiques d'avenir, à la fois pour les bactéries et les champignons filamenteux.

➤ **Un accès transnational aux infrastructures d'EMbaRC**

Les collections du consortium EMbaRC couvrent une large gamme de la biodiversité microbienne décrite à ce jour, des archées aux champignons filamenteux et aux virus. Elles fournissent différents services aux utilisateurs : ressources biologiques et données associées via des catalogues en ligne, dépôt confidentiel de souches, identification d'espèces par diverses méthodes, typage et authentification de souches, criblage à haut débit, conservation d'ADN, contrôles de stabilité, lyophilisation ainsi que formation. Parmi ces derniers, quatre types de services sont essentiels pour satisfaire aux besoins actuels des utilisateurs :

1. **Formation**, principalement dédiée aux jeunes collections européennes ou pan européennes souhaitant atteindre les recommandations de l'OCDE et les normes de qualité de la norme NF S96-900. D'autres types de formations spécifiques seront aussi offerts, en lien avec le type de ressource (par exemple : bactéries pathogènes ou non, virus, identification des champignons filamenteux, mycologie générale) ou des techniques spécifiques (conservation, taxonomie ou typage).
2. **Identification d'espèces**, par des outils validés et adaptés à chaque type de ressource biologique qui sont mis à disposition de laboratoires de recherche publics ou privés désireux d'identifier avec certitude une série de bioressources. En particulier, les utilisateurs auront accès non seulement aux techniques classiques quoique peu répandues de chimiotaxonomie, mais aussi aux plus récentes méthodes d'identification par spectrométrie de masse.
3. **Typage et authentification de souches**, via différents outils moléculaires tels que l'électrophorèse en champ électrique pulsé (PFGE), la spectrométrie de masse (MALDI-TOF) ou le riboprinting. Les utilisateurs visés sont ici les collections ou les laboratoires de recherche qui souhaitent estimer la redondance de clones isolés, ou des industriels désirant authentifier leurs bioressources.
4. **Criblage à haut débit**, pour comparer les propriétés technologiques d'un grand nombre de souches à l'aide d'un automate. Ce service, proposé par l'un des partenaires, est orienté vers les laboratoires de recherche ou les entreprises du secteur des IAA ou des biotechnologies qui utilisent des champignons filamenteux ou des bactéries d'intérêt alimentaire dans leurs procédés ou réactions enzymatiques.

➤ **Un accès, une formation et un support aux utilisateurs**

Les partenaires du projet auront à établir un réseau de formation et à concevoir des supports adaptés, dans le but de soutenir les membres du consortium et les organisations externes dans leurs opérations à l'échelle internationale et dans le transfert de leur expertise et de leurs bonnes pratiques. Enfin, les résultats d'EMbaRC seront diffusés à tous les CRB européens et à la communauté scientifique la plus large pour assurer la prise en compte des résultats du projet et la durabilité du réseau après la fin du projet.

3) EMbaRC : un projet d'envergure européenne, étape incontournable pour des collections de micro-organismes compétitives

Les sciences biologiques constituent un secteur très dynamique du fait du développement et de la disponibilité de nouveaux outils, en particulier les analyses génomiques, métabolomiques et transcriptomiques. Les connaissances ainsi produites sont une ressource de très grande valeur qui peut être utilisée pour améliorer notre qualité de vie. Dans ce contexte, les données issues des

ressources génétiques microbiennes peuvent maintenant être collectées, conservées et analysées toujours plus rapidement grâce aux outils de la bioinformatique.

Cependant la pertinence des données biologiques repose sur le fait qu'elles sont obtenues à partir de bioressources caractérisées, authentifiées et contrôlées. Il est donc de la responsabilité des Centres de ressources biologiques (CRB) de micro-organismes, établis depuis de nombreuses années dans plusieurs pays d'Europe, d'améliorer l'accès non seulement à des micro-organismes préservés et caractérisés, mais aussi aux informations associées. La qualité et la pertinence de ces ressources permettra ainsi de les rendre exploitables par tous les utilisateurs du domaine de la bio-économie¹.

Pour assurer la satisfaction de leurs usagers actuels et futurs et pour être compétitifs, les CRB doivent s'assurer que leurs ressources et services associés sont de qualité homogène et qu'ils sont capables de développer la diversité de leur base de souches en tenant compte de la demande croissante en matériel de type ADN. Pour répondre à ces défis, les CRB ont besoin de mettre en commun leur expertise et leurs techniques de recherche. Une telle démarche d'harmonisation et de collaboration doit nécessairement être menée au niveau européen.

Enfin, les CRB devront imaginer des modes de financement complémentaires ou alternatifs aux financements publics dans le but d'assurer leur pérennité, les conduisant à nouer des partenariats avec le secteur privé.

4) Un projet coordonné par l'INRA et l'Institut Pasteur

N°	Organisme		Pays
1	Institut National de la Recherche Agronomique	INRA	France
2	Institut Pasteur	IP	France
3	Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH	DSMZ	Germany
4	CAB INTERNATIONAL	CABI	International headquartered in the United Kingdom
5	Universitat de València	UVEG-CECT	Spain
6	Service Public Fédéral de Programmation Politique scientifique	SPP-PS	Belgium
7	Universidade do Minho	Uminho-MUM	Portugal
8	KONINKLIJKE NEDERLANDSE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN - KNAW	KNAW-CBS	The Netherlands
9	Universiteit Gent	UGent	Belgium
10	Université Catholique de Louvain	UCL	Belgium

> L'INRA (Coordinateur du projet) - FR

En 2006, l'Inra a décidé de préserver à long terme le patrimoine que représentaient les collections de microorganismes abritées dans ses laboratoires en créant le Centre international de ressources microbiennes (CIRM). Aujourd'hui, celui-ci rassemble 4 collections comprenant plus de 10 000 souches réparties sur 4 sites certifiées ISO9001 (version 2000) : le CIRM-CF Champignons filamenteux, Marseille ; le CIRM-BP Bactéries pathogènes, Tours ; le CIRM-Levures, Grignon et le CIRM-BIA Bactéries d'intérêt alimentaire, Rennes. Grignon pour les levures, Marseille pour les

¹ La bio-économie est un nouveau concept qui regroupe de nombreuses activités économiques qui bénéficient directement des découvertes en sciences biologiques. Des secteurs variés comme les IAA, la santé, l'industrie, l'environnement, l'énergie et la sécurité contribuent au concept de bio-économie, sans oublier la société elle-même avec des préoccupations telles que l'éthique ou la santé durable.

champignons filamenteux, Rennes pour les bactéries alimentaires et Tours pour les bactéries pathogènes des animaux ou des humains.

Les 4 sites, bien que spécialisés dans différents types de ressources microbiennes, partagent les mêmes objectifs :

- préserver à long terme, avec des standards élevés de qualité et de traçabilité, les souches, en vue de fournir un matériel biologique sûr et constant à nos partenaires,
- offrir une plate-forme d'exploration de la biodiversité pour des travaux de recherches et pour de nouvelles utilisations des souches à des fins d'innovation,
- valoriser des ressources biologiques.

Pour ce faire, différents équipements sont accessibles dans les 4 installations : des laboratoires de type P2 et P3, des microscopes confocaux ou à épifluorescence, des équipements dédiés à l'identification d'espèces et au typage de souches (en particulier biologie moléculaire) et plateformes de criblage à haut débit.

> L'Institut Pasteur (Vice-coordonateur du projet) - FR

Le Centre de Ressources Biologiques de l'Institut Pasteur (CRBIP) a été créé en 2001 à partir des collections existantes sur le campus parisien de l'Institut Pasteur comme la CIP (créé en 1889), la collection des champignons et la collection des cyanobactéries. Le CRBIP conserve des collections de matériels biologiques et les informations qui leur sont associées. Un certain nombre de contrôles sont effectués afin d'assurer la conformité du matériel biologique avec les propriétés décrites par le déposant. Ces informations sont regroupées dans une base de données informatique (logiciel ARPAS) et un catalogue couvrant chacune des collections peut être édité. Le CRBIP facilite ainsi l'accès de ces ressources biologiques aux clients, aux chercheurs, en France et à l'étranger suivant les normes de sécurité pour la santé et l'environnement, conformément aux règlements et aux lois en vigueur, en assurant une utilisation durable et une traçabilité maximale.

Le CRBIP s'enrichit de façon permanente en intégrant de nouvelles collections et en diversifiant les collections existantes, mettant ainsi à disposition des matériels de plus en plus nombreux (20 000 échantillons de virus, bactéries, champignons et cyanobactéries).

Le CRBIP est certifié selon la norme ISO 9001 version 2000 depuis le mois de mars 2005. Le domaine de certification est le suivant : acquisition, production, conservation et distribution de matériels biologiques.

Le CRBIP développe également une activité de recherche sur l'identification, la taxonomie, la conservation des souches.

Du fait de sa localisation sur le campus de l'Institut Pasteur, le CRBIP bénéficie de l'accès aux plateformes technologiques comme la plateforme de séquençage.

> Collection allemande de micro-organismes et de cultures cellulaires (DSMZ) - DE

DSMZ Braunschweig abrite des procaryotes, des virus de plantes ainsi que des cultures de cellules humaines, végétales et animales. C'est l'un des leaders mondiaux en taxonomie des procaryotes, offrant un spectre complet des méthodes taxonomiques et d'expertise pour le maintien à long terme de matériel biologique accompagné d'une puissante composante recherche. L'identification moléculaire de bactéries non cultivées à ce jour est l'une des composantes fortes du Département de Microbiologie. Les forces principales résident dans la conservation des Archées et Bactéries, la conservation de l'ADN, des plasmides et des phages, la gestion de bases de données, les questions relatives aux brevets mais aussi à l'acquisition, la conservation, la manutention, la certification et la distribution de matériel biologique. En plus d'une expertise au niveau mondial, l'installation offre un équipement et un appui de pointe pour les investigations phénotypiques et chemotaxonomiques.

La collection de micro-organismes de DSMZ abrite 13 500 souches d'Archées, bactéries, levures et champignons filamenteux. La collection est remarquable du fait de ses souches d'anaérobies stricts, d'extrémophiles, d'actinomycètes et de Myxobacteria.

> CAB International (CABI) - UK

CABI est une organisation internationale qui met à disposition des informations et son expertise scientifique pour résoudre des problèmes en agriculture et environnement. CABI génère et réunit des

connaissances en agriculture et la rend largement disponible sous des formes utilisables. CABI a dans son histoire soutenu les initiatives de création et d'amélioration des collections microbiennes locales. CABI anime plus de 140 projets dans plus de 40 pays au travers de ses centres régionaux et représentations de par le monde, et est un partenaire régulier des projets de recherche européens. La participation de CABI en tant qu'organisation internationale dont le siège se situe au Royaume-Uni est justifiée du fait de son expérience dans le travail en réseau international (son réseau dans 45 pays) et ses liens avec les réseaux scientifiques comme la WFCC (World Federation of Culture Collections). L'expérience et les connaissances acquises au travers de la direction de l'Initiative de l'OCDE pour les CRB est incomparable. Son expérience en gestion d'espèces invasives, contrôles et échantillonnages microbiens sous norme ISO 17025 et gestion de la connaissance est unique dans ce consortium. La collection de CABI compte 28 000 souches provenant de plus de 370 substrats et plus de 5000 hôtes.

> Collection Espagnole de Cultures Types (CECT) - ES

La Collection Espagnole de Cultures Types, un service de l'Université de Valence depuis 1991, est la seule collection de micro-organismes d'Espagne qui soit à la fois officielle et publique. Elle maintient et fournit des bactéries, des champignons filamenteux et des levures. Fondée en 1960, elle appartient à la WFCC (World Federation of Culture Collections) depuis 1977 et à l'ECCO (European Culture Collection Organisation) depuis 1983. La CECT maintient à ce jour plus de 7000 souches microbiennes. Cette collection préserve des ressources microbiennes, conduit des recherches sur ces ressources et fournit une gamme de services dont le dépôt de souches, la fourniture de souches, l'identification d'isolats, la formation et le conseil en conservation et taxonomie.

> Service Public Fédéral de Programmation – Politique Scientifique (SPP-PS) - BE

Le service Public Fédéral de Programmation finance et coordonne la BCCM (Belgian Coordinated Collections of Micro-organisms) depuis 1983. BCCM est un consortium de quatre collections majeures, dont trois participent à EMbaRC : une collection de champignons et levures agro-industriels développée depuis 1894 à l'Université Catholique de Louvain ; une collection de bactéries développée depuis le début des années 1950 au Laboratoire de Microbiologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Gand ; une collection de plasmides hébergée depuis 1977 au Laboratoire de Biologie Moléculaire de l'Université de Gand. Les collections du BCCM maintiennent plus de 23 000 souches de bactéries représentant 380 genres et 2700 espèces, et 26 000 champignons filamenteux et levures, dont la plupart des souches de référence et de tests de routine. De plus, plus de 3100 plasmides recombinants utiles pour les recherches fondamentales ou appliquées en biologie moléculaire, immunologie et biomédecine, une sélection de leurs hôtes recommandés ou requis ainsi que 20 banques d'ADN d'origine fongique ou humaine sont présents.

> Mycothèque de l'Université du Minho (MUM) - PT

L'Université du Minho est une institution académique publique située au nord-ouest du Portugal. La MUM a été fondée en 1996 et est hébergée au sein du Centre de Recherches en Génie Biologique (DEB), centre d'excellence lui-même intégré dans l'Institut de Biotechnologie et de Bioingénierie. Le Laboratoire de Mycologie et de Biologie Moléculaire du DEB possède une longue expérience en mycologie appliquée, en particulier en alimentaire, et ces dernières années l'accent a été mis sur les mycotoxines et autres métabolites secondaires ainsi que sur la mycologie moléculaire. La principale mission de la MUM est de maintenir et fournir des souches fongiques pour la recherche et l'enseignement, mais elle agit aussi en tant que centre d'expertise, d'information et de formation en mycologie.

> Bureau Central de Cultures de Champignons Filamenteux (KNAW-CBS) - NL

Le KNAW est un institut qui étudie la biosystématique, avec des recherches orientées vers sa collection inégalée de champignons. Les projets de recherche devraient enrichir la collection avec du nouveau matériel, qu'il s'agisse de souches ou d'information de valeur, incluant la génétique ou d'autres jeux de données. KNAW est un partenaire actif pour de nombreux projets collaboratifs nationaux ou internationaux, et vise à utiliser ces projets pour élargir son envergure en incluant de la biodiversité fongique fonctionnelle. Ces projets touchent des thématiques variées : biologie de l'évolution et du développement des champignons, compréhension de la structure, de la fonction et de

la morphogénèse des composants cellulaires pertinents en phylogénétique ou encore exploration des développements en sciences « -omiques ».