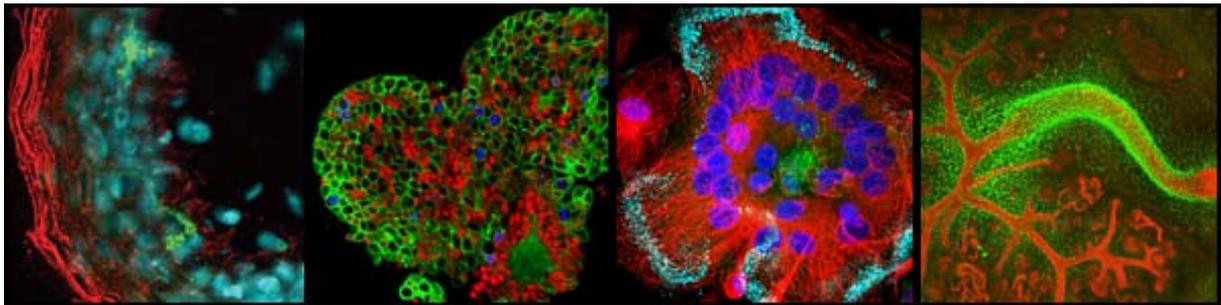


FEUILLE DE ROUTE POUR L'IMAGERIE BIOLOGIQUE 2018-2024



Réflexion coordonnée par l'infrastructure nationale France Biolmaging (FBI ; ANR-10-INBS-04-)

Contributions :

La Coordination Nationale de l'IR FBI (UMS 3714, CEMIBIO)

Les réseaux technologiques RTmfm et RCCM de la MI du CNRS

Les structures Régionales (Nœuds régionaux) CONSORTIUM GRENOBLE, LYON, NICE-CÔTE D'AZUR, BRETAGNE-
LOIRE, ALSACE-STRASBOURG/ILLKIRCH

TABLE DES MATIERES

Bref rappel sur la technologie et son importance	2
Le paysage en France	3
L'infrastructure vs l'ensemble des plateformes	3
L'infrastructure vs l'ensemble des plateformes labellisées IBiSA.....	6
Mesures centralisées vs mesures décentralisées	7
Les problématiques et enjeux actuels.....	10
Les investissements et actions nécessaires au maintien d'un parc instrumental performant et au plus haut niveau d'expertise et de capacité d'innovation	12
Proposition de structuration d'une communauté	19
Rôle de l'infrastructure dans cette communauté.....	23
FBI, partenaire de réseaux.....	23
FBI, facteur d'évolution des champs d'expertise.....	24
FBI, une vitrine à l'international pour la communauté de l'imagerie biologique.....	24
FBI, acteur de rationalisation des activités en imagerie biologique	24
Modèle économique.....	25
Evaluation des recettes et dépenses. Détail des affectations de crédits.....	25
Commentaires.....	25

BREF RAPPEL SUR LA TECHNOLOGIE ET SON IMPORTANCE

Une compréhension approfondie des processus du vivant s'appuie sur le développement de nouvelles technologies permettant l'observation multi-échelles et multidimensionnelle des systèmes biologiques. L'objectif général de l'imagerie biologique est de faciliter une compréhension intégrative des activités cellulaires et physiologiques et de fournir à tous ses utilisateurs (biologistes pour la plupart, mais également chimistes, physiciens, mathématiciens et informaticiens qui s'intéressent au vivant, etc.) un accès immédiat à des mesures quantitatives pertinentes du vivant, par l'analyse du signal des données images. La communauté utilisatrice concernée est donc large, dépassant plusieurs milliers d'individus dans le seul secteur public, des doctorants aux chercheurs et enseignants-chercheurs.

Sont concernées les technologies suivantes :

- Toutes les microscopies optiques de sectionnement optique et en profondeur (CLSM, SD, Multi-Photon/NLO-Ad Opt, Light Sheet...)
- Imageries fonctionnelles (imageries spectroscopiques, sans contraste et vibrationnelles ; FLIM, FCS, FCCS, CARS, ...)
- Microscopie optique super-résolutive spatio-temporelle (GSD, STED, dSTORM/PALM, highRES SIM, 3D Va-TIRFM, HILO, MFM...)
- Microscopie électronique cellulaire (TEM et SEM ; par sectionnement SBF, FIB SEM, 3DcryoEM)
- Microscopies corrélatives (OnSection-CLEM, Live-CLEM, Feedback-CLEM, Super-CLEM, LM-AFM, EM-NanoSIMS)
- Criblage par Imagerie en Haut Contenu (Live HCS, Feedback labelling HCS, siRNA, drug screening)
- Autres : Cartographie chimique (ATOM probe tomography, nanoSIMS); AFM ; Accousto-optique

Les mesures principales adressent :

Des échelles spatiales d'investigation intégrées, des contextes macromoléculaire (nm), sub-cellulaires, jusqu'au petit animal (mm)

Des échelles temporelles d'observation qui vont de la nanoseconde au mois.

Des mesures biochimiques et biophysiques sur matériel vivant : mesures du signal et des interactions dynamiques in vivo ; environnement et biologie (forces physiques et morphogénèse ; live imaging et microfluidique; PTM ; ROS ; Calcium ; optogénétique...)

Activités connexes :

Les plateformes d'imagerie biologique (et non seulement cellulaires) proposent des méthodologies associées ou des services connexes, qu'elles partagent parfois avec d'autres plateformes et Infrastructures :

- Des expertises en production, maintien et traitement de l'échantillon biologique vivant (Stem cells and primary cultures, organoïdes, new model organisms, In vivo small animal, Crispr/cas9, siRNAs libraries and drug screening), en préparation des échantillons (EM preparation, Fast HPF cryo, Micropatterning, transparisation ...)

- L'ingénierie et l'invention de nouveaux types d'anticorps (ScFv, nano-bodies..), bio-senseurs, contrastes non invasifs et sondes (SHG/THG/imagerie HOLO, boîtes quantiques, nano-senseurs, New fluoprobes)
- Des approches de microfabrication et de microfluidique pour l'imagerie contrôlée, cellulaire et multi-cellulaires.

L'imagerie biologique est digitale

Depuis ces dernières années, elle est indissociable d'une conception « **Big Data** ». Les raisons en sont multiples : sensibilité des systèmes de détection, progrès dans la génération de nouvelles sondes, innovations dans les technologies par sectionnement et de haute résolution, automatisation des systèmes d'acquisition, méthodes biologiques permettant de sonder efficacement et adéquatement le vivant, méthodes d'analyse quantitatives associées... Il serait difficile de définir une stratégie à 5/10 ans sans répondre aux démarches « go FAIR ¹ » et sans envisager les approches et pratiques des **GO FAIR Implementation Networks**.

Les plateformes d'imagerie biologique les plus importantes en termes de volumes d'activité (on considèrera ici une plateforme servant plus de 200 utilisateurs et/ou comptabilisant plus de 30 000 h.machines/an) indiquent toutes leurs besoins en analyse et gestion des données comme prioritaires (200 TB de données brutes validées par an est une moyenne raisonnable pour de telles plateformes. Exemple : Imagopole et Ultrapole-Pasteur, FBI-PICT Curie, FBI-BIC...).

Les différents comités utilisateurs (locaux et externes aux nœuds) consultés au sein de FBI confirment cette priorité, sans pour autant que le besoin (formations aux outils d'analyse, plateformes software et serveurs de calcul, Data Centers pour stockage/archivage...) soit clairement défini.

Dans ce contexte, les plateformes d'imagerie proposent,

- Des formations à différents niveaux pour la prise en main des outils disponibles ;
- Des plateformes software, des développements à façon, ou des « pipelines » de traitements et d'analyses des données images ;
- Des outils de préservation, sécurisation et curation des données produites

Force est de constater que les efforts dans ces domaines sont très dispersés sur le périmètre national, peu rationalisés et les moyens sous-estimés.

LE PAYSAGE EN FRANCE

L'infrastructure vs l'ensemble des plateformes

FBI s'est construit sur l'association entre 11 plateformes, dont 10 sont labellisées IBISA², et des laboratoires de R&D spécialisés dans divers domaines de l'imagerie biologique, proches des

¹ Findable, Accessible, Interoperable and Reusable

² Au total, une vingtaine de plateformes ont été labellisées « imagerie cellulaire-IBISA » en 2011. FBI en intègre près de la moitié. Il existe une cinquantaine de plateaux d'imagerie disséminés sur tout le territoire, dont 44 référencés sur le Réseau RTmfm, pour la plupart orientés microscopie photonique, et une cinquantaine de plateaux recensés par le RCCM, orientés microscopie électronique, dont 90% traitent entre autres de problématiques biologiques ; une part importante de ces plateformes et plateaux a des activités chevauchantes photonique/électronique/AFM/Ionique).

plateformes FBI. Si FBI a évolué avec le temps (une plateforme scindée en deux sur l'institut Pasteur labellisées IBiSA ; l'intégration de la plateforme de transfert technologique MARS dans MRI à Montpellier; regroupements sous formes d'UMS ou US..), la constitution du périmètre « service » de FBI est restée globalement la même. A l'inverse, son volume d'utilisateurs est passé d'environ 1800 en 2011 (quantifiés sur la base des plateformes FBI, avant leur intégration dans l'IR) à **plus de 3500 en 2017**, auxquels il convient d'ajouter plus de **2500 utilisateurs** (nombre de téléchargements de logiciels) **des plateformes « software »** développées par l'IR (Icy, Mobyte@Serpico, pipeline PhyAwaas). FBI totalise un peu plus de **2000 projets traités en 2017, contre 1200 déclarés en 2012**, pour environ 250 projets « aboutis » en 2017 (donnant lieu à publications, licences d'exploitation, brevet, dépôts APP, etc.) et plus de **200 projets « aboutis » d'utilisation hors périmètre FBI sur la période 2013-2017**, dont une centaine associe des équipes étrangères.

S'il est difficile de quantifier le nombre d'utilisateurs sur l'ensemble des « plateaux et plateformes d'imagerie biologique » nationaux (de périmètre d'utilisateurs hétérogène, certains ne servant que les utilisateurs de site), on peut sans trop d'erreurs **estimer à près de 8 000** le nombre d'utilisateurs (nationaux et étrangers, publics et privés) servis par l'ensemble des **plateformes labellisées IBiSA du domaine**, dont environ **2 500 utilisateurs (chiffres de l'année 2016)** sur **5 sites géographiques hors FBI** : Nice-Côte D'azur ; Bretagne-Loire ; consortium Grenoblois; Alsace-Strasbourg/illkirch ; Lyon)³.

Les spécificités principales de L'IR FBI ; le triptyque « **Innovation-Accès-Formation** »

Sur l'ensemble des éléments et activités ci-dessous, il n'y a pas de stratégie de structurations de la communauté en imagerie biologique équivalente à celle développée par l'IR FBI (en propre ou dans le cadre de conventions de partenariat).

- FBI constitue un consortium multidisciplinaire et coordonné, explorant de nouvelles voies en bio-imagerie et promouvant leurs mises à disposition pour des applications en sciences biologiques et biomédicales.
- FBI offre et centralise l'accès à un bouquet technologique de « l'état de l'art », un large éventail d'expertises et de savoir-faire en imagerie biologique adapté à des projets dans tous les domaines de la biologie.
- L'expertise technologique, parfois commune entre les nœuds de FBI, est croisée avec les thématiques fortes de sites (cancérologie, infectiologie, immunologie, neurosciences, biologie des plantes, biologie du développement et évolution du vivant...). Ce « ciblage » croisé permet d'assurer l'adéquation entre les technologies déployées et les savoir-faire concernant les objets d'étude (*faire de l'imagerie STED sur des neurones primaires ou sur des plantes, ne dépend pas que de la technologie optique*). FBI a des périmètres d'accès concentriques, les expertises pointues et sophistiquées étant recherchées par les équipes extérieures aux nœuds (ou en mode inter-nœuds), voir internationales, et nécessitent un accompagnement et accueil de moyen à long terme (résidence, wet lab...). **Aucune des plateformes FBI ne sert uniquement des utilisateurs locaux, mais la spécialisation des nœuds et de leurs plateformes fait écho à leurs environnements scientifiques et contribue à la construction de campus d'excellence.**
- FBI soutient le transfert des innovations réalisées par ses équipes de R&D associées, vers ses plateformes, directement ou via un schéma progressif de valorisation (**Figure 1**). Il est un accélérateur d'accès à ces innovations, tout en assurant la pérennité des systèmes

³ . Les besoins et développements de ces cinq sites sur les 5 à 10 ans à venir **sont comparés avec ceux de l'IR FBI ; ils sont synthétisés et compilés en Annexe 1-Fiches synthèse imagerie biologique hors périmètre FBI.**

d'acquisition déjà mis à disposition des utilisateurs. Sur les années de fonctionnement de l'IR (2014-2017), FBI a accompagné et contribué à la création de plusieurs startups (CryoCapcell, Obsys Scientific, Gataca Systems, KARTALA, Twinkle Biosciences, BioAxial, Iriosome solutions...) qui sont pour la plupart le fruit de cette association R&D/plateformes d'imagerie, base fondamentale du programme initial. FBI ne se substitue pas aux nombreuses structures de valorisation. Il est une vitrine pour ces entreprises et jeunes pousses nationales, vers l'Europe et l'International. Des contrats de partenariat et/ou de collaboration ont par ailleurs été signés avec des sociétés innovantes du domaine (entre autres : Nikon, Leica, Photometrics, 3i, Zeiss, Jeol, PhaseView).

- FBI permet l'accès aux dernières innovations en imagerie biologique, même en pré-commercial, pour l'ensemble de la communauté scientifique, académique et privée nationale, et s'ouvre également à l'international.
- FBI recense et synthétise les besoins en services et développements de la communauté via ses divers comités d'utilisateurs locaux et nationaux, les compare à l'international, via son implication dans les programmes Euro-Biolmaging et Global Biolmaging, par l'organisation d'ateliers de formations et de workshops et divers programmes H2020 (Corbel, EMBO ou ReTuBi). FBI rend compte aux institutions partenaires et à l'ensemble de la communauté nationale par le canal des réseaux précédemment constitués dont certains sont invités au Bureau Exécutif mensuel de l'IR (RTmfm, RCCM, GDRs Imabio).
- Dans la mesure du possible, FBI soutient les activités de ces réseaux dont les moyens alloués par divers organismes seraient insuffisants (Journées de formation RCCM, Assises des plateformes du RTmfm, etc.)
- FBI a dirigé la mise en place du **plan de formation de l'ERIC-EuroBiolmaging** et dans cette continuité développe aussi son propre *portfolio* de formations (des workshops FBI-Tech proposés par nos groupes de travail, comme FBI-CLEM, FBI-High RES, FBI-DATA-Days à des formations plus généralistes et internationales comme FBI-Advanced Training). FBI a l'ambition de devenir un centre de ressources pour la formation et l'éducation (**Annexe 2- « plan de Formation »**), en lien avec les services compétents des institutions partenaires (CNRS-formation entreprises, Réseaux Métiers de la MI du CNRS, unités de formations de certains instituts semi-privés, Ateliers Inserm, INSTN, etc.) et les organisations internationales (EMBO, EMBL, EMBS, FENS-Cajal, etc.).
- FBI soutient les activités de **dissémination** en imagerie biologique, organise ou participe à des programmes nationaux et internationaux dans ce domaine, notamment par l'organisation ou la co-organisation en France de congrès internationaux majeurs du domaine : ELMI en 2013 ; EuBIAS et QBI en 2015 ; FOM en 2018 ; QBI en 2019). Il convient ici de rajouter diverses sessions de « l'Ecole des Houches » et l'école thématique du CNRS MiFoBio, qui préexistait à FBI depuis 2004, mais dont l'aura internationale acquise aujourd'hui est due en partie au soutien et à la promotion de FBI.
- Le métier d'ingénieur en plateforme d'imagerie évolue, avec une part d'activités en tant que « **Biolmage analysts** » qui augmente exponentiellement. Tous n'ont pas une connaissance affûtée des outils disponibles (qui évoluent avec les technologies d'acquisition), et les utilisateurs encore moins. Ce problème est sensible. Il met les personnels de plateforme, dans une position délicate ; « A vouloir trop en faire on ne fait rien de bien » est une remarque qui revient souvent dans les consultations effectuées par FBI auprès de sa « **Communauté des Nœuds** ». Malheureusement, sur l'ensemble du territoire, **en dehors des activités initiées ou co-organisées par FBI (IPDM-FBI⁴ ; COST action NeuBias ; Global Biolmaging ; EBI-EuBI)**, il n'y

⁴ IPDM : « Image Processing and Data Management »

pas encore de rationalisation sur ces aspects et force est de constater un éclatement des modalités (sur le versant « accès », et management des données, surtout) mises en œuvre (lorsqu'il y en a) selon les sites, en local ou régional. Dans ce contexte, **l'éclatement des plateformes et la dispersion des personnels compétents** est un sujet qu'il convient de traiter dans les toutes prochaines années avec plus d'insistance (**voir besoins, plus loin**).

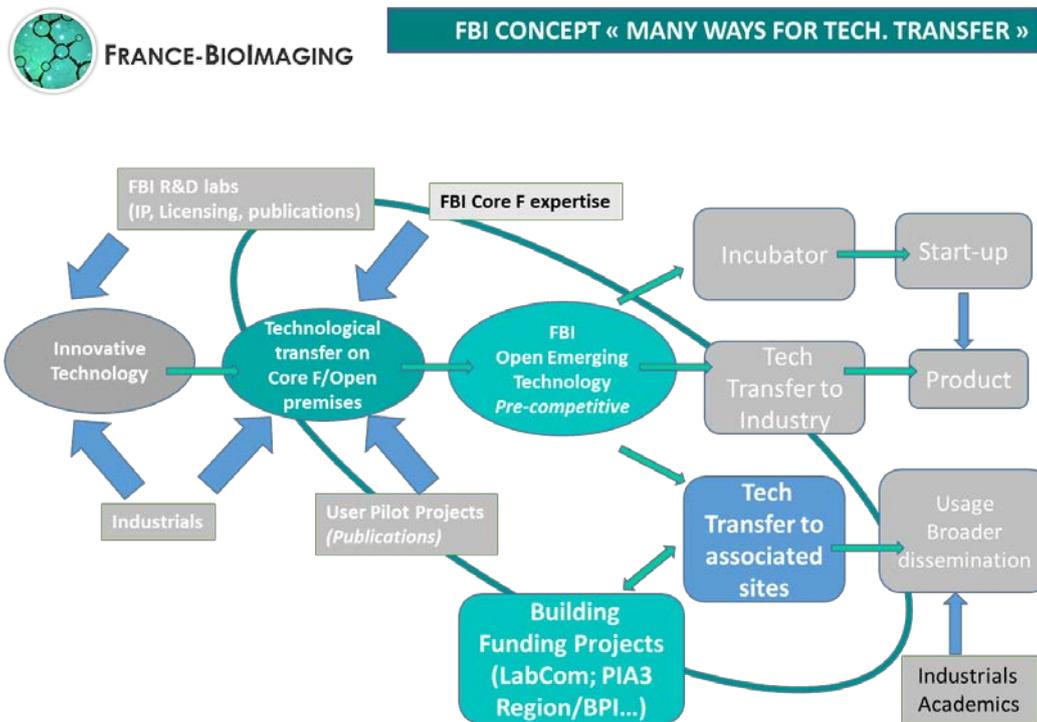


Figure 1 : Schéma des modalités de transferts technologiques mis en pratique dans le cadre de l'IR FBI. En vert et bleu, le périmètre **direct** d'activité « transfert » de FBI ; en aval des innovations éventuellement réalisées sur les laboratoires R&D associés ; en amont une mise à l'épreuve des « preuves de concept » par l'expertise des plateformes.

L'infrastructure vs l'ensemble des plateformes labellisées IBiSA

L'IR FBI intègre dix plateformes IBiSA ; **sept** qualifiées « **Imagerie Cellulaire** » sur les 22 actuellement labellisées (2017), une de **double appartenance** « **cellulaire et *in vivo*** » (FBI-PICT Curie), **une** catégorisée « **Imagerie *in vivo*** » (FBI-Bioemergences) et **deux** sont référencées « **autres** » IBiSA (Imagopole et Ultrapole, Institut Pasteur). Certaines autres plateformes, qu'elles soient ou non IBiSA, sont associées aux travaux des nœuds de FBI à l'échelon régional (**IMAG'IC-IBiSA** sur FBI-Paris Centre, **IPAM** en partie dans FBI sur FBI-Montpellier).

FBI, dans son périmètre actuel déjà large, n'a pas la prétention de couvrir tout le besoin des communautés concernées. L'IR a lancé fin en 2016-2017 une campagne de déclaration d'intérêt à rejoindre FBI, basée sur une liste de critères prédéfinis. Sept pré-dossiers ont été déposés et transmis individuellement aux membres de son Conseil Scientifique International (SAB, Scientific Advisory Board) de FBI. Quatre ont été retenus parce qu'ils présentaient **une structuration rationalisée par Nœud, au-delà d'une simple structuration de plateforme**. Leur candidature étant basée sur des dossiers plus complets, ces quatre structures ont été auditées en avril 2017. A l'issue de cette audition, le SAB, en plénière, a rendu ses recommandations et propositions. Le travail de structuration et les projets proposés par ces **nœuds candidats ont été unanimement salués par les**

membres du SAB qui ont été plus qu'impressionnés par le niveau d'avancement de la communauté nationale dans le domaine de l'imagerie biologique. Ces éléments ont été communiqués au Comité des Tutelles, qui, pour des raisons de stabilité et de pérennisation de l'IR FBI, n'a pas jugé approprié de donner suite à ce stade. Néanmoins, **l'ensemble des documents liés à cette démarche que l'IR pense d'intérêt** (dossiers auditionnés et évaluation par le SAB) sont **disponibles sur demande**. Nous n'indiquerons ici que la constitution « plateformes » des nœuds candidats et porteront plus loin l'adéquation de leurs besoins déclarés (**Annexe 1**), avec les problématiques et enjeux actuels : **MICA-IBiSA; MRIC IBiSA/APEX; ISDV-IBiSA** (consortium Microcell/MiBiop/PIC-GIN, ICTiss et MEC) ; **QuEST-IBiSA**. Une proposition basée sur la **plateforme Lyon BioImage-IBiSA**, qui semble avoir aujourd'hui la structuration en adéquation avec les critères et activités de l'IR est également intégrée en Annexe 1.

Nonobstant la position actuelle du Comité des Tutelles de FBI, des relations de partenariat se sont nouées, des technologies échangées et transférées, des projets communs développés, par exemple entre le nœud Paris-Centre et QuEST (Strasbourg-Illkirch) en super résolution et 3D CryoEM cellulaire (en lien avec l'IR Frisbi) ; entre le nœud Bordeaux et le consortium Grenoblois sur les sondes et les approches d'optogénétique ; entre IPDM et MRIC/APEX (Bretagne-Loire) sur les aspects DATA, etc.

Mesures centralisées vs mesures décentralisées

Comme déjà mentionné, l'IR FBI ne se substitue pas aux divers plateaux techniques de microscopie présents dans de nombreux laboratoires et sites, en général équipés d'un nombre restreint de modalités (épifluorescence, video microscopie, confocaux, etc.). La proximité entre de tels plateaux et les objets d'études (le « vivant » cellulaire, organismes modèles et petits animaux) impose une telle activité au sein de ces laboratoires. Il est important que ces besoins quotidiens et basiques en imagerie soient d'une manière ou d'une autre préservés. A ce titre, certains guichets régionaux font déjà appel aux expertises du domaine, proposées au sein de l'IR FBI, afin de garantir une procédure d'évaluation plus indépendante à leurs échelles.

Le premier périmètre d'utilisateurs des plateformes-FBI est aussi régional. Lorsque la proximité géographique n'est pas essentielle (échantillons préparés et transportables) ou que la technologie requise n'est disponible que sur certains de ses centres, FBI en assure l'accès, sur un mode « projet » dont la logistique implique des modalités d'accueil renforcées (séjours mi-longes entre 1 et 4 semaines). Plus généralement, FBI intervient très spécifiquement dans l'espace national et international, lorsque l'équation « bouquet de technologies/expertises/environnements thématiques » n'est plus résolue, ou en d'autres termes, lorsque le « local » ne répond plus au besoin de l'utilisateur.

L'IR FBI a mis en place des outils de consultation de l'offre et de dépôts de projets sur son portail d'accès en ligne. Une fois la consultation de l'offre effectuée, l'utilisateur peut soit s'adresser directement à la plateforme FBI de son choix, soit déposer un projet (dans la partie **Application Forms** du site internet) s'il n'est pas certain d'identifier la pertinence d'un site en termes de « technologies/expertises/environnements thématiques ». FBI propose également un accès « Tech and Meth Transfer ». Dédié à de l'acquisition d'expertise, cet appel à projets s'adresse, de manière non exclusive, aux personnels de plateformes et laboratoires R&D, internes ou externes au périmètre de l'IR. Ces appels sont ouverts en continu. Les projets déposés dans ce cadre sont évalués et leur validation effectuée, mensuellement en Comité Exécutif. Le sous-comité « Tech Watch » de FBI est également consulté. Le délai de réponse ne dépasse pas 30 jours. A ce jour, le taux de validation des projets est de 90%, pour entre 2 et 6 projets par mois. La marge de manœuvre est donc large, et si la démarche est reconnue (et bénéfique en termes d'indicateurs scientifiques) par ceux qui en ont

bénéficié, de nombreuses améliorations sont possibles et en cours, telles que l'activation de meilleurs relais de communication. Cette centralisation des demandes et d'accès est cependant unique pour ce qui concerne l'imagerie biologique en France. Il sera noté que dans le cadre de l'ERIC Euro-Bioluming (Eu-BI), auquel la France et FBI sont susceptibles de participer, un portail d'accès⁵ reprend pour l'essentiel les procédures indiquées ci-dessus. Dans le cadre des phases préparatoires d'EuBI (« Proof of concept » de 6 mois en 2013 et « Web Access Portal Interim Phase » depuis 2016), ce sont 23 projets transnationaux qui ont été traités par FBI. A terme, un questionnaire existera sur **la nécessité de conserver ces deux niveaux d'accès, national et européen.**

FBI intervient aussi sur des actions nationales et internationales de dissémination des savoirs, de formation de ses utilisateurs, mais aussi des opérateurs et managers de plateformes selon la formule consacrée « Train the Trainers » (EuBI WP7 core Facility staff meeting lors de MiFoBio 2016 ; GBI-Training à Heidelberg 2016 ; International Training Symposium à Focus On Microscopy 2017 ; GBI-Exchange of Experience workshop à Bangalore 2017 ; GBI-Training à Sidney 2018 ; Relais RiTRAIN et Corbel). Au cours de ces actions, FBI a largement contribué à faire connaître les actions des Réseaux Nationaux du domaine en y associant leurs membres.

En 2018, FBI propose un nouveau portefeuille de formations, intégré et progressif, de sessions théoriques et pratiques, basé sur le catalogue déjà très fourni et disponible dans ses divers nœuds **et surtout, un suivi des acquis** (voir **Annexe 2 plan stratégique service formation**).

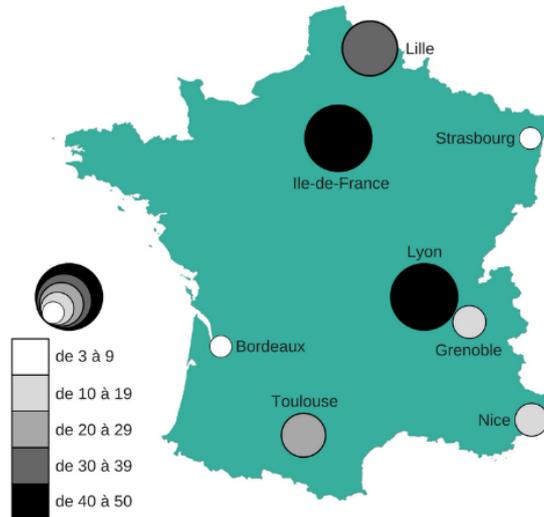
Ce plan de formation s'articule autour des éléments suivants :

- La **centralisation de l'offre de formation française en imagerie**, avec la mise en place d'un catalogue de formations existantes selon leurs thématiques et auditoires. A noter que les Réseaux Technologiques ont également un répertoire de formations (dont une partie se croise), qui mériterait une dissémination plus large ; sur ce sujet, FBI communique actuellement avec les réseaux RTmfm et RCCM. Des actions communes sont envisagées, de rationalisation, de demande de soutien et de communication de l'offre de formation au niveau national. L'IR FBI étant susceptible de porter le projet formation de l'ERIC Euro-Bioluming, une transposition à l'Europe est en préparation.
- Le **développement de formations de niveau avancé, et construction d'un plan de formation** renforçant la professionnalisation des personnels de plateforme ; la gestion des plateformes est également un aspect primordial qui doit faire partie des formations, avec un focus sur les « *soft skills* » et le « *management* ». FBI sert de relai pour la communauté, vers les projets européens RiTrain, Corbel, etc.
- Le **développement de formations progressives concernant des technologies ou des techniques, de basiques à avancées ou émergentes**, à des niveaux variables en fonction des publics (de l'information aux ateliers pratiques)
- Le **développement de formations dédiées à l'analyse d'image et la gestion des données images**. A des niveaux variables en fonction des publics (étudiants, développeurs, Image-analystes d'équipes ou sur plateforme, simples utilisateurs des plateformes logicielles, open sources, FBI et autres) et dans une perspective d'évolution progressive, car nécessaire.

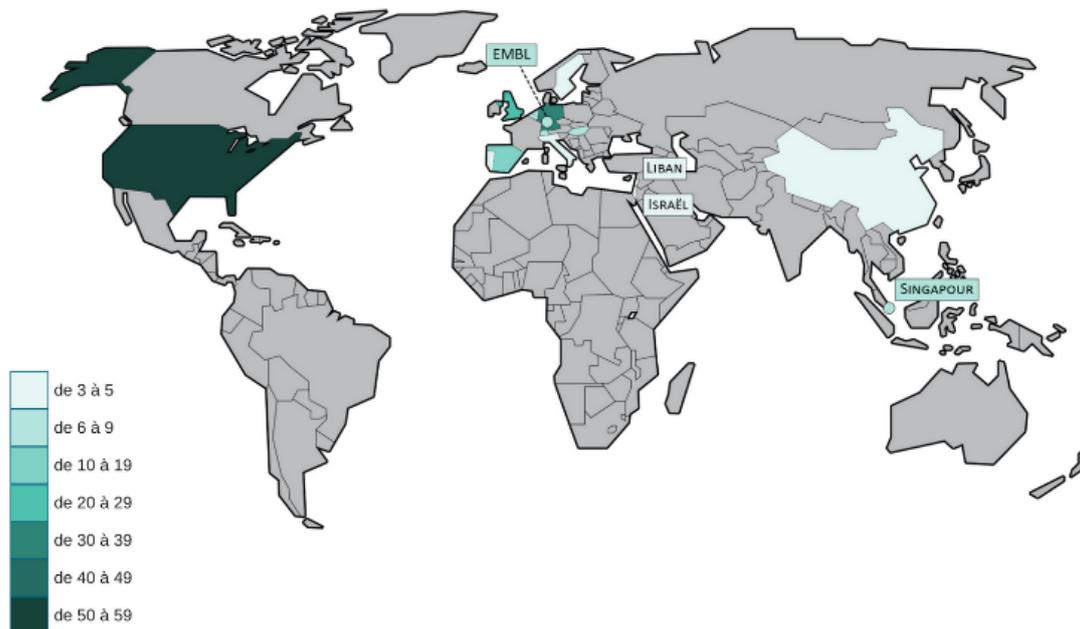
⁵ En construction ; ouverture définitive fin 2018.

La nature coordonnée de l'IR FBI a clairement accru l'attractivité de ses plateformes, comme l'indique un nombre croissant d'utilisateurs externes et collaborateurs étrangers (*voir cartes statistiques ci-dessous*).

Projets aboutis d'équipes hors
périmètre FBI - 2013-2017



Nombre de projets aboutis d'équipes étrangères
2013-2017



La proposition d'une **offre de service centralisée**, qu'il conviendra de mettre à jour (refonte du site web prévue pour l'automne 2018) a de manière générale fortement impacté la visibilité scientifique des plateformes IBISA qui la constituent, notamment via la charte de « remerciements » commune, notifiant l'appartenance à FBI⁶. Il est intéressant de suivre l'évolution du niveau des publications des

⁶ En date de juin 2018, on comptait sur le portail Web of Science 467 publications mentionnant l'appartenance (auteurs ou remerciés) à FBI.

utilisateurs (IF moyen passé de 6,4 en 2014 à 10,5 en 2017) et surtout de l'impact de ces publications en terme de nombre de citations (plus de 5500 citations en juin 2018, hors auto-citations ; h index de 35). Les **domaines scientifiques ne sont pas dissociés** (102 publications qualifiées « sciences multidisciplinaires », 84 « biologie cellulaire », 34 « optique », 23 « chimie »...). A notre connaissance, ces données sont uniques dans le domaine, au niveau national. Le poids que les plateformes-FBI représentent dans l'attractivité et le recrutement des meilleures équipes sur ses nœuds et sites doit aussi être souligné et mériterait reconnaissance par les instituts, sites et universités. **Les nœuds FBI participent à la lisibilité des campus d'excellence sur lesquels l'IR s'est construite.** Cette stratégie n'a pu être mise en place que grâce au programme INBS du PIA, lequel a largement contribué à acquérir et « mettre à jour » au plus haut niveau les dispositifs ouverts sur les plateformes FBI. Elle va au-delà des modalités de labellisation IBIISA, même si celles-ci sont un excellent baromètre pour envisager dans le futur d'éventuelles modifications du périmètre de l'IR nationale⁷.

Enfin, les nœuds, sites et surtout les plateformes FBI, parce que **coordonnés dans leurs stratégies**, construisent et proposent **des projets et des demandes de financements communs ou complémentaires**, voire en coordonnent avec d'autres sites et plateformes, hors FBI :

- AO IBIISA concertés (2017) FBI-Montpellier, Marseille, Bordeaux « new imaging modalities in HCS »
- Plan cancer (2017), Canceropole IdF (IBiSA-Imagoseine/IBiSA-PICT/IBiSA-IMAG'IC/ PFIC de l'IGR) ;
- SESAME 2018 (en attente), FBI Paris-Centre (FBI-PICT, Imagoseine et Ultrapole)
- Des ANR inter-Nœuds (2017-2019) :
 - ANR « AntennaFRET ». FBI-Montpellier-CBS / FBI-Marseille-Institut Fresnel
 - ANR "DALLISH". FBI-Paris Centre Curie/FBI-IPDM-Inria Rennes, Image processing methods and fast algorithms for Lattice Light Sheet microscopy
- Financement FRM : FBI-Paris Centre-ENS Chimie/ FBI-IdF SUD-LOB Polytechnique : Imagerie fluorescence 3D multiplexée de protéines fluorescentes réversiblement photo-commutables pour analyser la connectivité et le lignage neuronal.
- IPL-Inria "Naviscope" (démarrage fin 2018) FBI Paris Centre/FBI-IPDM Rennes Reconstruction/Analysis/ visualization of very large Live imaging data sets ; from LLSM, Multi BESSEL, MA-TIRF. **Un renforcement de la participation de l'Inria** (dont équipes, Serpico Rennes, Aviz, Parietal, Inria Saclay ; Equipe Beagle et Virtual Plants, Inria Sophia Antipolis ; Mosaic, Inria Rhône-Alpes...)

Cette cohérence et rationalisation est perfectible, et **l'imagerie biologique dans son éclatement n'y était pas propice (ni même favorable), au demeurant.** Toutefois, les actions en cours et les succès récents démontrent la plus-value d'une réflexion concertée à une échelle « supra-locale ». La plupart n'aurait pas vu le jour sans une structuration centralisée. Ils permettent aussi d'envisager de futurs projets coordonnés à une échelle « supranationale » (préparation d'ITNs en cours, projets communs avec la Chinese Academy of Science (CAS) dans le cadre du projet « China Biomedical ImageOmics », montage d'un programme/échange avec Singapour, NCBS-Bengalore en Inde, AMMRF-Microscopy Australia, l'université de Stellenbosch en Afrique du Sud, etc.).

Les problématiques et enjeux actuels

⁷ Voir plus haut l'enquête d'intérêt à rejoindre FBI.

La méthode

Un premier éclairage sur les problématiques et enjeux perceptibles dans le domaine de l'imagerie sur les 5 ans à venir a été défini, dans un premier temps, au sein de FBI en mars 2017 et transmis au MESRI ainsi qu'à nos tutelles sous forme d'« **expression des besoins** » (Fiche, **Next Generation FBI**), puis a été renforcé en 2018 par divers sondages et enquêtes (rencontres sur sites, visioconférence et enquêtes en ligne) auprès du comité d'utilisateurs externes, des comités d'utilisateurs des nœuds, de l'ensemble des utilisateurs individuellement (essentiellement via un questionnaire en ligne). Ces informations ont été croisées avec les retours des **acteurs des plateformes** FBI (reste à finaliser sur les 4 plateformes IBISA du nœud Paris-Centre). Enfin, une retraite des responsables techniques et scientifiques des nœuds et de la Coordination nationale de FBI (avril 2018), a permis de rédiger un **plan d'orientation stratégique argumenté de l'IR** (2019-2025) dont la validation est en cours et qui sera proposé au Comité des tutelles de l'IR en septembre prochain. Son état d'avancement permet toutefois d'en rapporter les **éléments essentiels, dans la présente feuille de route**.

Parmi les points d'ordre général, remontés de ces diverses consultations, notons :

- Un besoin fort de formation dans tous les aspects (technologiques et méthodologiques) ;
- Un besoin très appuyé, mais mal défini, sur les « DATA », de l'expertise dans le traitement (optimisation, reconstruction, visualisation, modélisation, etc.), l'analyse quantitative (détection, suivi, classification, etc.) et la gestion du déluge de données d'imagerie produites par les nouvelles technologies. Un sondage a été réalisé sur l'ensemble du périmètre utilisateurs de FBI (plusieurs centaines de réponses). **Il est essentiel de comprendre que le besoin, bien que formulé sous un même thème, requiert des expertises très variées ;**
- La nécessité de garantir aux utilisateurs des modalités fiables de qualité et claires d'accès aux technologies et de conservation, voire d'accès aux données produites (en partage, dépôts public ; réduire le flou de la législation sur la conservation des données...);
- Tous les « utilisateurs consultés » jugent les modalités d'accès aux dispositifs techniques et aux expertises associées (**étude effectuée sur le seul périmètre de l'IR**) en très bonne à excellente adéquation avec leurs besoins.

Cette dernière appréciation, de prime abord positive pour l'IR, reflète une spécialisation croissante du domaine de l'imagerie biologique, à laquelle la plupart des utilisateurs n'a plus accès. Les utilisateurs s'appuient sur les expertises et savoir-faire des ingénieurs de plateformes. Toutefois, il est à craindre que du fait de cette spécialisation, les utilisateurs qui n'auraient accès qu'à des expertises et modalités disponibles sur des plateaux techniques de sites perdent le contact avec la progression technologique du domaine. Ce constat justifie une mise en cohérence et **professionnalisation dans la formation en imagerie biologique**, au-delà du périmètre de FBI, en y associant **les compétences des Réseaux Technologiques**, mais surtout un renforcement de la communication dans notre domaine, vis-à-vis des utilisateurs actuels et potentiels.

Sur un plan technologique

L'intégration des différentes technologies expérimentales et computationnelles rend possible des approches multi-résolutives dans l'espace et dans le temps. FBI se propose de développer et rendre accessible cette analyse multi-échelles de données fonctionnelles et hétérogènes.

Le développement de l'IR FBI s'articule maintenant autour de 5 axes généraux :

1. Un déploiement et une ouverture des nouvelles technologies de sectionnement optique, adaptées aux multiples objets d'études biologique (cellules, organoïdes, tissus, large et croissante diversité d'organismes modèles, végétal, rongeurs, etc.) ;
2. Une approche combinée des nouvelles modalités d'imagerie, corrélatives ou hybrides, afin de développer une imagerie multi-échelles intégrée ;
3. L'intégration des technologies émergentes, certaines déjà déployées, à des instruments automatisés pour l'analyse de **criblage phénotypique à haut contenu** ;
4. Un effort accru dans la **gestion des données « bio-image » et leur traitement**. La création de solutions génériques, pour leur conservation sur des DATA Centers locaux/régionaux organisés en réseau, pour leur analyse et leur dissémination via un service centralisé national mais virtuel regroupant les compétences aujourd'hui disponibles, à temps partagé (open desk, astreintes), puis un **renforcement progressif en personnels spécialisés** (en cours de réalisation sur les nœuds Paris-Centre et IPDM de l'IR). **Il s'agit d'une demande forte et nationale** ;
5. La mise à disposition de nouveaux agents de contrastes, biosondes et biosenseurs, adaptés à l'émergence des techniques **de super-résolution, photo-intervention et d'optogénétique**.

Si l'on se réfère aux retours de cinq nœuds régionaux principaux, hors FBI et quelles que soient les thématiques scientifiques spécifiques de leurs périmètres, on retrouve les mêmes intérêts, une définition proche des enjeux sur les 5 à 10 ans à venir et des priorités identiques en termes d'implantation **technologique (Annexe 1)**.

Sur ces **5 axes**, l'IR FBI construit les niveaux supérieurs de son nouveau **plan de formation** déjà mentionné, la promotion de ses **innovations via le transfert technologique entre nœuds ou vers l'industrie**, sa collaboration, son soutien et sa participation constants à la création du tissu national d'entreprises innovantes (TPE/PME) de son domaine.

Enfin, un des enjeux principaux dans les années à venir sera de définir dans quelle mesure, avec quels moyens, selon quels critères de complémentarité et jusqu'où, une évolution du périmètre de l'IR FBI serait à envisager. En l'espèce, l'IR FBI propose de mettre ses modalités et procédures d'évaluation/enquête de « 2016-2017 » à disposition sur un mode récurrent (tous les 5 ans).

Les investissements et actions nécessaires au maintien d'un parc instrumental performant et au plus haut niveau d'expertise et de capacité d'innovation

Au sein de l'IR FBI (périmètre actuel)

Les réponses d'investissements purement techniques (équipements) aux 5 axes décrits ci-dessus, et leur implantation, sont multiples et nécessairement complexes. Les postes d'investissement, les sites et l'échéancier d'implantation (sur 2018-2024) sont compilés dans **l'annexe 3 (investissement équipement Feuille de route FBI 2018-2024)**. Les chiffrages globaux (ci-dessous) ne tiennent pas compte des financements déjà acquis, mais ceux-ci sont également indiqués dans l'annexe 3.

Sur la période considérée (au moins sur 2018-2022), un nombre important de projets d'investissement en équipements correspondent au « **Transfert Technologique** » d'approches développées ces dernières années au sein de l'IR FBI et dont le stade de maturité permet d'envisager 1) un transfert direct sur les Plateformes de l'IR (Intra- ou Inter-Nœuds) ou 2) un transfert via l'industrialisation des produits de l'innovation (**code couleur GRIS dans le tableau de l'Annexe 3**).

En dehors de quelques postes de R&D, garantissant une continuité dans la capacité d'innovation mais dont les coûts ou la pertinence restent à évaluer, ces éléments correspondent aux investissements **à la fois nécessaires au maintien d'un parc instrumental performant et au plus haut niveau d'expertise et de capacité d'innovation**, sur le périmètre actuel de l'IR FBI.

Nous les avons répartis ici par grand thèmes :

<i>Investissements technologiques</i>		<i>Financements supplémentaires identifiés à acquérir sur 2018-2024</i>
1	Une réponse d'implantation des imageries par feuille de lumière Multi-Echelles (Multi-Scale Light Sheet) et autres approches de sectionnement optique innovantes	≈ 5 400 k€
2	Des besoins et des modalités en Imageries corrélatives ou hybrides	≈ 8 000 k€
3	Imageries Haut Contenu/Haut Débit et intégration des modalités innovantes	≈ 2 000 k€
4	Des moyens pour le traitement et la gestion des données « bio-image »	≈ 1 500 k€
5	Autres développements et intégration d'approches innovantes par les équipes de R&D associées	≈ 600 k€
6	Une prise en compte des « jouvences/remplacements/achat » de dispositifs classiques sur les plateformes.	

Soit environ **10 M€ « identifiés »** comme financements supplémentaires et **indispensables** à acquérir sur 2018-2024, pour garantir le **maintien d'un parc instrumental performant**⁸.

En résumé, un besoin en équipements de 27 M€ à 30 M€, soit une fourchette estimative de 4 à 5 M€/an pour l'IR FBI sur 2019-2024⁹. Il est intéressant de noter que cela correspond assez bien au poste de dépenses « **tous investissements –hors salaires et fonctionnement** » de l'IR FBI sur la période 2014-2016 de **6.5 M€/an** équipement (+ fonds de structure/travaux d'implantation pour 0.5 M€/an + autres équipements périphériques)¹⁰.

A ce chiffrage, il est important d'ajouter :

- Les frais de contrats de maintenance qui vont passer de 1 700k€/an sur 2014-2016 à 2 000k€/an en 2017-2018, puis estimés à 2 500k€/an sur 2019-2025,
- Les frais de consommables, petits matériels et autres dépenses de fonctionnement, estimés entre 1000 et 2000 k€/an,
- Les frais de coordination, meetings, formations et missions estimés entre 300 et 350 k€/an,
- Les autres frais de gestion administrative estimés entre 260 et 270 k€/an.

⁸ Estimation basée sur un temps de vie moyen de 8-10 ans pour la plupart des dispositifs, et de 13-15 ans pour les postes et périphériques de microscopie électronique. Postes informatiques non évalués (mais compter un temps de vie moyen de 3 ou 4 ans).

⁹ L'année 2018 étant engagée, la partie des fonds non encore acquis et/ou en attente de résultats de diverses demandes est reportée dans l'estimation **haute** ; les fonds déjà acquis sur divers projets pour la période considérée ne sont pas comptabilisés mais indiqués dans **l'Annexe 3**).

¹⁰ Voir **Annexe 5, « Modèle économique »**.

Soit entre 4 000 k€ et 5 000 k€/an qui sont couverts par les prestations classiques de service aux académiques (3 300 k€), les prestations ou contrats de recherche aux industriels et les redevances de PI (variables mais environ 550 k€/an) et pour le reliquat, par une partie des contrats de recherche obtenus (hors PIA= 4 000 à 5 000 k€/an obtenus en 2014-2016).

Le dilemme des ressources humaines ; Pérennisation des postes de managers et opérateurs de l'infrastructure, versus postes d'ingénieurs par projet.

Plusieurs phénomènes sont à noter :

> **Des menaces :**

- Une coordination trop légère et sans postes « support » pérennes.
- De grosses difficultés sur certains sites, en particulier en Ile-de-France ; une désaffection des ingénieurs de Paris & Ile-de-France en faveur de la province (meilleure qualité de vie, vie moins chère), notamment des agents récemment titularisés ;
- Peu d'ouvertures de postes frais (en général) et des postes ouverts à mobilité plus importants en région ;
- Des départs à la retraite menaçant la préservation de savoir-faire pointus sur des technologies et méthodologies stabilisées et sur des services « support à la recherche » ;
- Des modifications de périmètre en cours pour certaines universités (COMUEs, Idex, Fusion) et donc de co-tutelles décisionnelles pour l'IR FBI.

> **Des opportunités :**

- o Des recrutements en CDD tout de même attractifs, (IE, IR ou ingénieur post-doc) malgré de bas salaires ;
- o Des mobilités effectives en inter-sites/nœuds de FBI (mais déséquilibrées, surtout région parisienne vers province) ;
- o Le CNRS, tutelle principale, n'est pas le seul à ouvrir des postes au bénéfice de l'infrastructure. Un dialogue inter-tutelles (11 signataires de l'accord de consortium au total) favorisé par l'existence du Comité des tutelles, actif sur cet aspect, devrait être profitable à l'organisation d'ouverture de postes priorités, dans les années à venir.

> **Des besoins** nombreux au niveau national et au niveau local, liés à l'explosion des technologies d'imagerie et la popularisation de leur accessibilité.

> L'acquisition de nouveaux équipements et le développement de nouveaux services au niveau de l'infrastructure ne sera possible que par une augmentation globale du nombre de personnels impliqués. Le turn-over, dû en grande partie aux personnels en CDD, est préjudiciable à la continuité de service et à une augmentation de la qualité des prestations.

> L'expression des besoins en ressources humaines (actualisation) et la priorisation des postes seront désormais étudiées lors du séminaire annuel des membres du bureau exécutif de FBI. Un échange et un meilleur dialogue inter-tutelles devraient être par ailleurs privilégiés.

> Face à la pénurie de postes, un besoin croissant dans notre domaine d'expertise, et à la demande de priorisation lors de la campagne CNRS Dialog, les demandes de postes pour l'IR FBI répondant à des besoins communs et mutualisables au niveau national, seront donc **remontées comme prioritaires auprès du CNRS et des autres tutelles :**

- Administration/gestion/pilotage de la coordination nationale (1 poste sera demandé à la prochaine campagne).
- Traitement/analyse d'image et gestion des données (1 poste/an au minimum sera demandé lors des 5 prochaines campagnes).

Autour de la coordination nationale de FBI et de ses activités génériques pour la communauté de l'imagerie biologique

La coordination nationale de l'IR FBI fonctionne actuellement avec 1 directeur de l'UMS 3714 (0,25 ETPT DR CNRS), 1 IRCH CNRS responsable du plan FBI-DATA management (0.2 ETPT) et 3 IE en CDD (Responsable administratif et d'aide au pilotage ; chargée de communication ; chargée de projet formation) dont 2 avec des contrats qui s'arrêtent au 30 septembre 2018 et au 31 décembre 2018 respectivement.

Critique et pour lequel une pérennisation s'avèrerait nécessaire, l'IR FBI place le poste de Responsable Administratif et d'aide au pilotage comme une priorité ABSOLUE à pérenniser (mis en poste prioritaire sur Dialog au CNRS 2018 et 2019).

Une demande de réallocation de fonds T2 en T1 du contrat PIA-FBI (**295 K€** ; en attente d'une réponse) a été faite à l'ANR pour :

1. **Prolonger les activités des 3 agents en CDD** (prolonger les postes ou remplacement pour cause de fin de contrat), jusqu'à la fin 2019. Avec une possibilité de financement externe sur le poste chargée de projet formation, si la France intègre l'ERIC Euro-BioImaging en tant que membre fondateur.
2. Recruter un « **Manager Opérationnel** », afin de soulager le coordinateur de l'IR (actuel ou futur) de tâches organisationnelles.
3. **Recruter un IE/IR** en Data Management spécialisé en Imagerie, afin de renforcer l'axe et le service « mutualisé » : Analyse et Management des données images (DATA).

Notons également des demandes en agents administratifs « support » en charge des fonctionnements **en local des FBI-Nodes** :

- 1 remplacement en priorité **1** sur IdF SUD-BioEmergences en 2019 (IE CNRS, **départ à la retraite** ; demande CNRS)
- 1 création de poste en priorité **4** pour Bordeaux-BIC en 2019 (CDD vers un CDI ; demande à l'Université de Bordeaux)

Besoin RH en opérateurs de l'infrastructure (Ingénieurs de plateformes, services techniques centraux, R&D et transfert technologique)

- Des moyens humains pour le traitement et la gestion des données « bio-image » :
 - **11 postes** de spécialistes en analyse et gestion des données image. Ingénieurs IE ou IR à pérenniser sur **2018-2022**. Dont 3 en priorité **1** et 2 dédiés à la création du service Central IPDM de FBI.
 - Certains postes (**2**) axés « **structure informatique** » pourraient être demandés en commun avec l'INBS IFB.
- Des ingénieurs R&D (entre 2018 et 2022) pour transférer les technologies développées vers les Plateformes FBI

- **9 postes IR/IE R&D CDD (4) ou statutaires (5) sur les thématiques**
 - « Sondes »
 - « Feuille de lumière- sectionnement optique »
 - « Imagerie haut contenu »
 - « Imageries hybrides et corrélatives »
- Maintenir, amplifier et renouveler les RH en postes de managers et opérateurs sur les FBI-plateformes
- **14 postes sur 2018-2024, dont 3 spécialistes CryoEM/CLEM** (2 départs à la retraite prévus) dont 1 en priorité **1**, 1 manager de plateforme (priorité **1**) et divers opérateurs « multi-tâches » ou spécialisés
- **1 poste responsable de cytométrie (priorité 1)** (spécificité de site : la cytométrie est incluse dans la plateforme IDF SUD-Imagerie GIF) et
- **1 poste RMQ** (plateforme IDF SUD-Imagerie GIF)

Il va de soi que l'IR FBI s'adresse et s'adressera à l'ensemble de ses tutelles pour couvrir ces besoins **(voir Tableau besoins RH et priorités des demandes en Annexe 4)**

Au-delà de l'infrastructure FBI

Nous avons recueilli les besoins en investissements et RH de **cinq zones régionales** dont la structuration est compatible aux nœuds FBI (association équipe R&D/regroupement de plateformes), avec des objectifs largement comparables et pour partie complémentaires à l'IR. **Leurs visions stratégiques et leurs besoins (équipements et RH) sont synthétisés et compilés en Annexe 1.**

Ci-dessous, un résumé des objectifs à plus ou moins long-terme de ces structures régionales.

Fiche de synthèse et vision à moyen et long termes pour le nœud Régional Alsace Strasbourg- Illkirch

Cette structure regroupant 3 plateformes (associées dans QuEST-IBISA) et de nombreux laboratoires de R&D cible plus particulièrement le développement, l'implantation et l'ouverture des technologies et savoir-faire suivants :

- **Méthodes pour la gestion et l'analyse des grands volumes de données.** Des stratégies efficaces de stockage, transfert, accès à distance, gestion de projet, de visualisation et d'analyse rapide à développer. Cela s'effectue au sein des 3 sites qui constituent le Nœud en synergie avec le Nœud de L'IR FRISBI/Instruct et le méso-centre de calcul.
- **Imageries corrélatives :** plusieurs approches en microscopie multi-échelles et multimodales en microscopie optique et électronique (CLEM) sont développées à l'IGBMC. L'infrastructure FRISBI/Instruct intègre des équipements de pointe à haute sensibilité permettant l'analyse structure-fonction 3D des processus biologiques à tous les niveaux de résolution de la molécule à la cellule.
- **L'imagerie super-résolutive 3D+t** comme axe de développement prioritaire pour répondre aux besoins émergents. Plusieurs modalités sont déjà disponibles sur les différents sites (dSTORM/GSDIM, spinning disk Live-SR et TIRFM azymutal, Palm/STORM, STED, hrTFM). A

noter que certains dispositifs résultent de collaboration avec des sites FBI ou de transfert technologique impliquant des structures membre de FBI et des sociétés innovantes.

- **Imagerie par sectionnement optique de grands échantillons/gros volumes** : macroscopie, macroscopie confocale, ultramicroscopie, HREM, OPT et méthodes de clarification pour l'imagerie et la visualisation 3D de structures au sein de tissus, d'organes ou d'organismes entiers.
- **Synthèse chimique sur mesure de sondes pour les nouvelles méthodes d'imagerie** de fluorescence (Laboratoire de Bioimagerie et Pathologies). Des molécules multifonctionnelles et des nanoparticules sont notamment développées pour la détection biomoléculaire et l'imagerie en biologie.

Fiche de synthèse et vision à moyen et long termes pour le nœud Régional Grenoble

Le nœud régional « Grenoble », s'adosse sur la plateforme ISDV-IBiSA, regroupant 5 plateformes locales, dont trois ayant rejoint la « fédération » en 2016-2017. Au cours de la prochaine décennie, Grenoble cible en priorité le développement de la microscopie électronique 3D aux températures cryo et ambiante. Cette structure possède par ailleurs une expertise forte en chimie des sondes pour le vivant et en approches d'optogénétique, qu'elle envisage de développer plus avant. Le nœud se propose de renforcer 3 axes,

- Pour compléter un équipement existant et des compétences déjà marquées dans ce domaine (Frisbi/instruct), l'acquisition **d'un microscope électronique de sectionnement** de type Serial block Face (SBFEM) et l'embauche d'un ingénieur dédié.
- **L'acquisition d'un nouveau dispositif PALM / STORM**, pour le développement de nouveaux contrastes/sondes en super-résolution, une activité spécifique sur leur périmètre.
- **Un de leurs objectifs majeurs est de développer les approches dédiées de photomanipulation et optogénétique**, in vitro et in vivo. En ce sens des projets ponctuels ont été engagés avec le Nœud-FBI Bordeaux.
- Le soutien du fort relationnel multidisciplinaire Physique/Biologie, déjà existant (micro-fabrication, mesure de forces, etc.)

Fiche de synthèse et vision à moyen et long termes pour le nœud Régional Nice

Cette structure largement adossée à la plateforme multi-sites IBiSA-MICA, propose des objectifs généraux et déclare des besoins en phase avec ceux de l'IR-FBI :

- **Faciliter la gestion et le partage des données images (nouveau)**
Mise en place d'une base d'images Omero pour l'ensemble des laboratoires en sciences de la vie de UCA, avec l'Institut Français de Bioinformatique. **Besoins** : Incrément de la volumétrie pour stockage et Ingénieur dédié.
- **Favoriser l'intégration de la R&D vers les Plateformes (voir actions et objectifs de l'IR FBI dans ce contexte)**. Rapprocher équipes de physiciens et biologistes/ microfab, optique. Axe multidisciplinaire en constructions.
- **Rationaliser l'intégration de la formation en microscopie**
Projet Ecole thématique **Méthodes Optiques et Traitements d'Images en Astronomie et**

Microscopie photonique pour la biologie/ Enseignement pratique sur machines. Besoins : Enseignements ou séminaires interdisciplinaires pour personnels permanents : décharge d'enseignement pour mettre en place ces enseignements **et disséminer, jusqu'au grand public.**

- **En termes technologiques :**

Des approches corrélatives (CLEM/AFM-LM SuperRes), accès aux nouvelles technologies en EM (FIB-SEM, HPF/3D Cryo EM) et hybrides (Cytométrie/image)

Des nouvelles techniques de sectionnement optique multi-échelle (Feuille de lumière multi-échelle) propres à répondre à des activités fortes dans le domaines biologie marine (avec EMBRC-FR) et sur modèles murins.

Fiche de synthèse et vision à moyen et long termes pour le nœud régional Rennes-Nantes

La fiche concerne le regroupement de quatre plateformes de Nantes et Rennes de microscopie fonctionnelle et d'histopathologie associant de nombreuses expertises de R&D au sein ou de laboratoires en association avec ces plateformes. A moyen et long termes, ce Nœud Régional propose une offre transversale d'outils avancés en microscopie, **focalisée sur des projets en recherche préclinique** par,

- Un développement des projets R&D des équipes associées du nœud en **sondes multimodales IRM jusqu'à la microscopie photonique et électronique**, en microscopie sans marquage (vibrationnel et nouveaux contrastes), en criblage par l'image sur des approches de microscopie quantitative avancées et en traitement et analyse d'images avec des équipes travaillant à la fois en médical et en biologie fondamentale. Le développement de ces projets est favorisé par l'ISITE NEXT (ingénierie pour la santé du futur).
- Un renforcement du positionnement du Nœud régional pour la microscopie préclinique avec le développement de liens avec le centre d'imagerie préclinique CIMA au sein du CHU de Nantes.

En termes technologiques

- Sur les échelles mésoscopiques : microscopie à feuille de lumière (Zeiss Z1 sur Rennes installation septembre 2018 financé Plan cancer/région/rennes métropole/ligue 35 ; Nantes 2019 déjà financé CPER)
- Le financement d'un nouveau microscope électronique type Thalos sur Rennes (PF MRic)
- Le renforcement d'une offre en super-résolution : Système PALM-STORM (prévu pour 2020)
- Le renforcement d'approches existantes avec des technologies nouvellement disponibles : scanner de lame en fluorescence multi spectrale, microscopie confocale 3D super-résolue.

Fiche de synthèse et vision à moyen et long termes pour le nœud régional Lyon

Le nœud Régional-Lyon, est structuré autour de **Lyon Bio-Image (LBI)**, une plate-forme (PF) multi-sites labellisée IBISA depuis 2014. Sa vocation principale est de proposer une offre **d'imagerie multi-échelles intégrée**. LBI structure 3 sites complémentaires : i) le Centre Technologique des

Microstructures CT μ , une PF d'imagerie électronique pluridisciplinaire à l'interface entre la Biologie, la Chimie et la Physique, ii) le Centre d'Imagerie Quantitative Lyon Est qui a des interactions privilégiées avec la communauté de recherche biomédicale, iii) Le PLATIM propose un large spectre de techniques de microscopie optique en interaction avec les laboratoires de l'ENS pour mettre en œuvre de nouvelles approches.

LBI interagit également avec des structures de R&D dont Nanoptech (spécialisée en optique non-linéaire et dépendant du département de physique de l'Université), CREATIS (laboratoire spécialisé dans le traitement du signal) ou les laboratoires de physique et chimie de l'ENS.

LBI se caractérise par son interdisciplinarité.

- Le CT μ possède en particulier un grand savoir-faire en **microscopie électronique à balayage** et en **cryo-méthodes, qu'il met au service d'une communauté large (biologie, physique, chimie)**
- Le CIQLE a une activité significative, dédiée à la **recherche translationnelle**, notamment **d'anatomopathologie** qu'il couple à des approches innovantes en **microscopie à feuillet de lumière, CLEM et super-résolution**. Une expertise précieuse pour l'**analyse d'images** a été développée au sein de cette structure.
- Le PLATIM propose un large spectre de techniques de microscopie optique et contribue à développer des projets de recherche à l'interface entre physique, chimie et biologie tels que **des approches d'imagerie hybrides/corrélatives microscopie confocale et microscopie à force atomique**.

Sur la plupart de ces axes de développement, qu'ils soient tournés vers le « service aux utilisateurs » ou plus amont en R&D, nous notons la convergence de vues avec les priorités affichées de l'IR FBI.

L'évolution de LBI est de **renforcer son potentiel en R&D** en renforçant les interactions avec les laboratoires d'optique, de chimie, et d'informatique, notamment grâce à l'Idex de Lyon, mais aussi sur un périmètre national avec l'ensemble de l'IR FBI. Un rapprochement (association ou intégration) avec FBI lui permettrait également de participer à l'évolution de la communauté d'imagerie biologique nationale, notamment pour **sa reconnaissance à l'échelle européenne et internationale**.

Axes de développement prioritaires pour le nœud à 5 ou 10 ans (2018-2024)

- Investissement dans **l'imagerie à feuillet de lumière** combinée à la clarification
- Acquisition de **microscopes confocaux de nouvelle génération** avec solution permettant d'augmenter la résolution (Airyscan ou équivalent)
- Acquisition d'un **nouveau MET (jouvence et développement)** pour acquérir à la fois des images et des diffractogrammes, équipé d'un analyseur EDS et d'un porte-objet cryo-tomo
- Renforcer des capacités de **gestion, traitement et analyse des images**

PROPOSITION DE STRUCTURATION D'UNE COMMUNAUTE

L'imagerie biologique française a commencé à se structurer au début des années 2000. Parmi les jalons importants, citons la mise en place du programme RIO, amplifié par le GIS IBISA en 2008, la création de GDR dans le périmètre et entre autres le GDR2588 (appelé par la suite GDR MIV puis GDR Imabio); la création de réseaux métiers (de la MRCT puis MI) du CNRS (RTmfm, RCCM), qui

développent des programmes d'échanges d'expertises et de savoir-faire pour l'ensemble des ingénieurs de plateformes et au-delà. Ces différentes initiatives nationales, ont vu le jour sous l'influence de la création du « European Light Microscopy Initiative » supporté par un premier projet EU du FP5, « EAMnet ». D'autres structurations plus thématiques (« Imaging the Cell » de la SBCF, GDR CellTiss, etc.) sont également à mentionner, dont le focus (bio cell, bio dev, biophysique...) est plus thématiqué ou adresse des champs technologiques plus larges.

Avant la création de l'IR FBI, l'essentiel des activités nationales sont soit dissociées et compétitives (IBiSA, FRM équipements, AAP Regions...), soient assimilables à des activités « réseaux » (GDRs et Réseaux Technologiques), outils essentiels pour les communautés concernées (notamment opérateurs de plateformes d'imagerie) d'échange et de formation « interne », de sources d'évolution du périmètre (professionnalisation et ou regroupement sur certains sites régionaux), mais qui ne concourent pas à leurs visibilitées (vis-à-vis des utilisateurs ou à l'international). En bref, une communauté nationale bien structurée et consciente de son appartenance, tant sur le versant « service » que sur le versant « recherche », sans équivalent à l'étranger avant 2010 (en dehors de l'Australie avec le « Ammr »), mais dont les moyens dont elle dispose en termes de rationalisation, valorisation et de dissémination, notamment au-delà du périmètre national, sont perfectibles.

Ci-dessous, divers volets sur lesquels un effort de structuration pourrait être souhaitable

Mise en place de procédures et guichet uniques d'accès aux services et expertises en imagerie biologique

Comme déjà mentionné plus haut, les périmètres d'activité et le nombre d'utilisateurs actuels et potentiels des dispositifs d'imagerie biologique imposent une distribution multi-sites pour des services de proximité et une définition de **services** plus sophistiqués, tels que rendus par une Infrastructure de Recherche coordonnée (voir plus haut ; des périmètres d'expertise relatifs). En ce sens, une veille organisationnelle, structurante et dynamique (par le haut) est nécessaire sur la totalité du dispositif de recherche, qu'il convient de maintenir. Le GIS-IBiSA, nonobstant des moyens leviers trop faibles, est un des outils cohérents et en phase avec cette activité. Il y a également une meilleure cohérence à trouver entre une centralisation des modalités et coûts d'accès (voir opération coûts complets) et diverses forces centrifuges, liés aux différents attendus des tutelles nationales, régionales et locales. Ces éléments ne sont pas incompatibles avec la mise en place de procédures et guichet unique d'accès, ou la mise en œuvre de services d'expertise centralisés (DATA, par exemple) lorsque le local ne peut répondre à la demande. C'est ce à quoi s'est et doit encore s'attacher l'IR FBI, activité qui se double également à l'échelle européenne dans le contexte de l'ERIC-EuBI (voir portail d'accès), ou l'ouverture de l>IDR (Image Data Repository) à EBI-EMBL. **La période 2018-2019 sera décisive dans ce contexte et fonction de l'entrée ou non de la France comme membre fondateur de l'ERIC-EuBI.**

Transfert d'innovations R&D

Des clubs de partenaires industriels existent (voir GDR Imabio). Ils sont un soutien pour l'animation scientifique proposée par divers réseaux. En 2016, FBI a créé son Comité industriel, qui est aussi un outil de promotion des SME nationales et jeunes pousses créées au sein de FBI. Des actions d'échanges sur des technologies innovantes ont été mises en place (bourses du RTmfm, Programme « Tech&Meth transfer » de FBI). Le concept FBI « many ways for technological transfer » (**Figure 1**) a donné lieu à quelques « success stories », mais faute de moyens dédiés, il n'y a pas de modèle

suffisamment pragmatique et ambitieux, pour accélérer le transfert technologique au sein de la communauté. Une **cellule « Transfert »**, devrait se mettre en place. Celle-ci n'aurait pas vocation à se substituer au mille-feuilles d'entités de valorisation déjà en place, mais de promouvoir les activités de la communauté Imagerie, dans le monde socio-économique. La participation de la communauté de l'imagerie biologique aux « Rencontres » avec ce secteur, proposées récemment par la DGRI (GCRI : Groupe des Chargés de Relations Industrielles des IR), sont des éléments à considérer.

Créations ou ouvertures de bases de données (protocoles, DATA services accessibles aux utilisateurs)

Les réseaux technologiques sont une source riche et active d'échanges techniques, fonctionnant par liste-mail, parfois sous forme de forum, et des sites web. Les **Réseaux de la MI du CNRS (RTmfm et RCCM)** ont depuis longtemps des projets importants de récupération de protocoles, pour l'acquisition des données ou pour la préparation des échantillons ; toutefois, leur réalisation butte sur les contraintes de temps des rédacteurs, ne se construit que sur le volontariat et leur diffusion reste confidentielle (en interne des réseaux ; peu de résonance chez les utilisateurs) alors que par nature ces Réseaux sont inclusifs et ouverts. Une **professionnalisation** (mise en forme, recherche sémantique, accès et diffusion, validation) **et une aide en RH** sur ce travail de compilation et les meilleurs canaux de diffusion à utiliser, pour une plus grande valorisation des activités de ces Réseaux, seraient nécessaires. Une activité que l'IR FBI pourrait prendre en charge conjointement avec ces Réseaux, dans le futur, sur le versant « supra-national ».

En ce qui concerne les plateformes de logiciels et la mise en œuvre de bases de données -images, qui sont deux axes de travail absolument cruciaux pour les années à venir, la communauté nationale prend du retard. Sur ces deux thèmes, elle se restreint pour l'essentiel à suivre des développements effectués par d'autres ou à participer à des communautés « open-source » auxquelles elle adhère, mais dont la maîtrise et/ou la coordination lui échappent (ImageJ/Fiji largement utilisé dans l'analyse d'images ; OME-OMERO, base de données « image » dont le versant développement est commercialisé par Glencoe Software ; base de l'IDR/IPR d'EBI-EMBL au sein d'un projet commun BBSRC/Elixir/Euro-Biolmaging).

Dans ces deux domaines connexes, le rapprochement entre les communautés de microscopistes, d'images analysts et de développeurs, qui parfois se confondent, est lente. Ici, les actions de l'IR FBI, au sein du Nœud transverse IPDM (Image Processing and Data Management), sont de nature à pallier à ce défaut. La communauté dans son ensemble commence à s'y reconnaître, pour les plateformes logiciels (FBI/Icy; Mobylye@Serpico), et dans sa participation appuyée, mais encore restreinte à quelques individualités, dans des réseaux « COST-actions » (NeuBIAS créé en 2016), voire dans les activités de formation à l'international (EMBL ; GBI ; GBI/ELIXIR), initiées ou proposées par l'IR-FBI. Force est de constater que le renforcement de ces activités de compilation d'informations et leur traduction en outils online est devenu urgent et nécessite des efforts prioritaires de structuration (service d'analyse de données, Ressources IT calcul et stockage, e-formation...), et l'abandon d'une **vision restreinte au niveau national**.

Sur certains aspects, IT/informatique notamment, les nouvelles activités de support **Inter-infrastructures de l'IR IFB** sont de nature à rationaliser le besoin. Toutefois, la nature complexe des modalités d'imagerie biologique et l'hétérogénéité des données qui en résultent ne permet pas d'envisager des solutions génériques simples. L'imagerie biologique, en raison de sa nature multidimensionnelle (3D et 3D+t), génère aujourd'hui autant de données que le NGS.

Validation des formations (utilisateurs et opérateurs des plateformes) et plan de carrière des Ingénieurs.

Les formations pratiques sur site et sur systèmes effectuées sur les plateformes constituent un volume proche du quart des activités des ingénieurs de plateformes d'imagerie biologique (enquête ELMI 2018, Dublin ; confirmé par les rendus annuels de FBI à l'ANR avec de 1000 à 1500 nouveaux utilisateurs/an formés aux techniques et setups accessibles).

Le portefeuille de formations « formalisées » auxquelles la communauté participe, actions éducatives (M1, M2, ED...) ou actions de formation continue (Ateliers Inserm, CNRS formation-entreprise, Training Units programs, Ecoles d'été ou thématiques...) est un outil précieux mais dispersé.

La fréquence et le niveau de redondance des formations mériteraient sans doute une rationalisation et des circuits d'inscription et de communication adaptés. La reconnaissance et les modalités de validation de ces formations ne sont pas toujours claires. Il n'y a pas de suivi des acquis et rarement de véritables mesures de plus-value (de l'utilisation des acquis à l'horizon de six mois à un an). L'imagerie biologique a subi de véritables révolutions ces deux dernières décennies. Une large partie des nouveaux utilisateurs (doctorants, post-doc, jeunes PI) n'ont pas acquis d'expertises suffisantes durant leurs cursus. Ils s'en réfèrent donc aux spécialistes, et en première ligne aux opérateurs de plateformes. Il faut prévoir un véritable plan de formation dédié aux agents en responsabilité. Ce plan doit s'effectuer sur différents niveaux de progression, dans le temps et la sophistication. Il faut mettre en œuvre des modalités de validation de passage d'un niveau à l'autre, et **par voie de conséquence prévoir des plans de carrière qui prennent en compte non seulement la participation à ces formations, mais aussi une validation des acquis.** Un véritable plan « Train the Trainers » (un passeport formation) pourrait être mis en œuvre, si l'on veut garantir et étendre les compétences de la communauté de l'imagerie biologique, notamment sur le périmètre des plateformes, où l'accès à des formations « peu ou prou » validantes, est hétérogène.

Participation à et « leadership » de réseaux internationaux (ITNs, COST actions, LIA CNRS...)

Malgré une forte structuration des activités des réseaux au niveau national, une organisation et une concertation notables sur les pratiques communes de service ainsi qu'une veille sur les technologies émergentes, la communauté d'imagerie biologique nationale n'a à ce jour guère concrétisé un quelconque leadership sur des actions structurantes au niveau international (pas de LIA, GDRE ou - I du CNRS ; pas d'ITNs portés spécifiquement sur le domaine par la communauté).

Il y a ici un paradoxe, qui ne correspond pas à la reconnaissance de notre communauté au-delà de nos frontières, en Europe notamment. Les activités en cours chez nos collègues britanniques, allemands au sein du German-BioImaging, du VIB pour les Belges-Flamands, en Autriche autour du CMI, etc., sont toutes axées sur des réponses à des programmes de financements européens portées par ces communautés.

En France, en dehors de quelques actions directement ou indirectement liées à l'IR FBI (GBI ; ERIC-EuBI ; association QBI ; support et initiatives COST Actions...), l'école thématique du CNRS MiFoBio, reconnue comme une action phare de la communauté, ne s'est ouverte que très progressivement à l'international (depuis 2012). Là aussi, l'impulsion de l'IR FBI aura été primordiale à sa visibilité. Afin de garder un positionnement fort dans le domaine de l'imagerie biologique internationale, entre autres sur le plan des mises à disposition et ouverture des modalités de l'imagerie biologique, une volonté de structuration commune est requise. Un éclatement de ses priorités et une trop grande dispersion des moyens disponibles nuiraient à la communauté dans son ensemble. Certains axes lisibles d'actions « mutualisables » et concertées doivent être définis, et devront être portés par

quelques-uns au nom de la communauté : analyse et gestion des données ; coordination et promotion des activités formation, etc...

Modalités de référencement des utilisations des plateformes dans les publications

La lisibilité scientifique de la communauté d'imagerie biologique dans son ensemble n'est pas concertée. Les réseaux actifs, malgré des efforts soutenus, n'ont pas permis de mettre en avant l'évidence d'une structuration effective. Certaines plateformes d'imagerie d'IBiSA mentionnent toutefois cette appartenance, que l'on retrouve notamment dans les remerciements de publications, mais sans modalité ou indication spécifiques.

Seule l'IR FBI a une visibilité scientifique établie, liée à une charte de « citation/remerciements » et des numéros de contrat ANR. Cette charte est relativement bien prise en compte par les utilisateurs et la communauté FBI¹¹.

Sur l'ensemble de la communauté des plateformes d'imagerie biologique IBiSA, une simple « charte précise et commune » **proposée par le GIS-IBiSA** serait très aisément prise en compte par la communauté.

ROLE DE L'INFRASTRUCTURE DANS CETTE COMMUNAUTE

FBI, partenaire de réseaux

Comme déjà mentionné, FBI participe et promeut les activités des réseaux nationaux (Assises des plateformes du RTmfm, réunions de Groupes de Travail ; Journées du RCCM ; école MiFoBio, etc.) avec le souci de ne pas réinventer la roue. Ainsi, les FBI-Techs (FBI-CLEM, FBI-Data-days, FBI-SuperRes) complètent les ateliers et actions de formation et d'échanges déjà existants. Dans la mesure de ses moyens disponibles, FBI subventionne les activités de ces réseaux dont les moyens alloués par divers organismes seraient parfois insuffisants autrement. Il est à noter que l'IR FBI convie les représentants des réseaux aux réunions mensuelles de son Bureau exécutif (dans un souci de transparence et en fonction des thématiques abordées).

Réciproquement, nombre de membres des comités de pilotage de ces réseaux sont acteurs du périmètre FBI.

Des feuilles de route synthétiques ont été remontées et sont également compilées en **annexe 1**.

Elles se déclinent autour des 4 axes attendus de telles structures Réseaux :

- Approfondir, acquérir une expertise (actions de formation),
- Partager des savoir-faire (via des rencontres, journée thématiques et des bourses de mobilité),
- Partager des pratiques,
- Faire progresser les méthodologies ou technologies et les disséminer.

L'interaction entre l'IR FBI et ces réseaux métiers s'effectue sur l'ensemble de ces axes. Mais l'activité d'accompagnement de l'IR, présente et à venir, se conçoit surtout dans la rationalisation et la promotion de leurs activités au-delà du périmètre de leurs membres, à l'international. Des

¹¹ On estime à plus de 50% l'adhésion stricte à la charte, étude comparative sous Web of Science comparée à Google Scholar en 2017.

ressources humaines dédiées à cette interaction sont hautement souhaitables (ex : personnel support « Training », « communication/e-communication » et « bases de données/site web bilingue»), qu'un renforcement en RH de la coordination nationale de l'IR devrait permettre.

FBI, facteur d'évolution des champs d'expertise

Les groupes de travail (GT ou WG) prospectifs de FBI sont ouverts à toute la communauté. Une refonte des GT est en cours, car les priorités et orientations de la communauté évoluent avec les besoins, l'accessibilité, et l'émergence de nouvelles technologies. Ainsi, un nouveau WG « feuille de lumière multi-échelles » a été créé, le WG-IPDM s'est scindé en deux (WG Image Data Analysis et WG Image Data Management), et un rapprochement entre le WG High Content Screening et le WG Image Data Analysis s'est effectué. Les GT de l'IR FBI ont, en partie, leurs miroirs dans les réseaux et GDR partenaires et de fait, des actions communes sont réalisées. Mais FBI joue assurément un rôle moteur de l'interdisciplinarité dans son domaine d'activité, organiquement entre équipes de biologistes et de physiciens, mais plus spécifiquement, permet un rapprochement lisible **en terme de projets aboutis** (brevets, création de startup et partenariat public/privé), avec des équipes de recherche en chimie, en mathématiques appliquées et sciences computationnelles (élargissement du type de publications dans de nouveaux champs disciplinaires) y compris via des collaborations internationales effectives.

FBI, une vitrine à l'international pour la communauté de l'imagerie biologique

Comme déjà mentionné, une mission de FBI, reconnue par l'ensemble de la communauté de l'imagerie biologique¹² est de renforcer la visibilité de la communauté d'imagerie biologique française, à l'international. FBI représente la communauté dans son ensemble à l'Europe et implique ses représentants dans diverses actions de formations (GBI Training Core Facility Managers and Staff, GBI DATA management Training) et d'échanges (Shadowing and EuBI/GBI-Exchange of Experience, programs) internationaux. En ce sens, FBI participe à l'acquisition des meilleures pratiques de gestion scientifique et managériale des plateformes.

Par des actions volontaristes d'organisation et co-organisation de meetings internationaux de son domaine (ELMI, FOM, QBI (2 sessions), EuBIAS puis NeuBIAS meetings) l'IR FBI a largement contribué à la diffusion des expertises de la communauté nationale.

FBI, acteur de rationalisation des activités en imagerie biologique

FBI a aussi l'ambition d'aider la communauté à se rationaliser. En ce sens, l'IR propose (et proposera) des supports logistiques et organisationnels à diverses structures publiques et privées au-delà de son propre périmètre interne (bases de données, enquêtes, protocoles, e-communication, formations, mise à disposition d'espaces de travail en amont de transfert technologiques, etc.).

L'IR FBI est notablement un facilitateur de rationalisation aux échelons régionaux. Tel est le ressenti des nœuds régionaux candidats de notre enquête d'intérêt à rejoindre l'IR. Les porteurs de ces nœuds régionaux reconnaissent **le rôle d'accélérateur/déclencheur** qu'ont constitué les INBS du PIA dans leur structuration locale, et prioritairement FBI.

¹² Voir Annexe 1, **fiches réseaux et nœuds régionaux**.

Evaluation des recettes et dépenses. Détail des affectations de crédits

Etude effectuée dans le cadre du plan d'action proposé aux Comité des Tutelles de FBI et au Comité de Pilotage des IR¹³. L'ensemble des informations factuelles nécessaires à la justification d'un modèle économique (recettes/dépenses) n'étant disponible que sur le périmètre de l'IR FBI, une compilation et simulation réalisée dans ce seul cadre est présentée en annexe. Afin d'obtenir un modèle économique plus juste sur l'ensemble du périmètre de l'imagerie biologique, il conviendrait d'ajouter ceux produits par les 5 nœuds régionaux hors périmètre FBI (synthèses en Annexe 1). D'autres informations sont manquantes parce qu'une structuration en local/régional n'a pas encore abouti au niveau de maturité leur permettant de rationaliser une telle perspective. A l'inverse, les actions de soutien et de promotion des activités des réseaux sont incluses dans les lignes budget « Mission » et en RH sur les lignes correspondantes, pour la CN (Coordination nationale) de FBI.

Notre estimatif d'évolution économique se base :

1. Sur l'ensemble de trois exercices pleins de l'activité de FBI (2014-2016),
2. Une projection pour les 3 derniers (2017-2019), et
3. Une simulation au-delà de 2019, sur deux périodes de trois ans (2020-2025).

Ces deux dernières parties sont évoquées dans le cadre d'hypothèses, tant du point de vue des recettes que des dépenses, indiquées en notice explicative.

Commentaires

- **Il s'agit d'une estimation basse**, basée sur le budget et la structuration de la dépense sur la période 2014-2016.
- Les hypothèses et les taux pris en considération sont également réduits, afin d'éviter toute survalorisation de l'infrastructure et du budget et donc de définir un modèle au plus bas de la réalité.
- Parmi les hypothèses de financement, a été considéré un financement dans le cadre du PIA 3. Bien que celui-ci risque d'être fortement orienté vers des projets numériques, FBI, notamment par sa forte implication dans l'ensemble des problématiques d'analyse, de gestion et de partage des données images, déposera une demande qui répondra à l'ensemble des critères requis et à un fort besoin de la communauté.
- Il n'a pas été considéré de financement dans le cadre de l'enveloppe qui serait disponible pour les infrastructures qui auront une évaluation positive fin 2019/début 2020. L'information, les modalités et surtout les montants auxquels l'infrastructure pourrait prétendre sont encore trop flous à l'heure actuelle (seul un premier niveau d'information a

¹³ Voir Annexe 5.

été obtenu récemment). Il est certain que des possibilités de financement sont plus qu'attendues et espérées dans le cadre de la poursuite de l'infrastructure, en tant que telle.

- Si l'infrastructure dispose d'une importante capacité à lever des fonds pour des projets et propose un fort niveau de services, à la fois en terme de quantité et de qualité, le maintien à ce niveau ne sera permis que dans le cadre de futurs financements disponibles (PIA 3, financement des infrastructures à partir de 2020, fonds structureux et de services Europe dans le cadre de l'ERIC-EuBI). L'infrastructure est capable de financer son fonctionnement (contrats de maintenance et autres dépenses de fonctionnement, et une petite partie de ses Ressources Humaines) grâce à ses prestations de service et ses contrats industriels. Si l'ensemble des hypothèses considérées démontre que l'infrastructure peut continuer à fonctionner, il montre également que les financements auxquels pourraient prétendre l'infrastructure dans le cadre d'une évaluation positive lors des prochaines échéances seront essentiels afin d'assurer une montée en puissance des activités de services et de R&D de l'imagerie biologique en France et pour asseoir sa notoriété dans ce domaine au niveau international.
- Si nos indicateurs mettent aussi en valeur une capacité importante de FBI en terme de financement de ses dépenses d'équipements, un ralentissement/essoufflement semble toutefois se dessiner dans l'éventualité où il ne pourrait pas être obtenu de financement additionnel dans le cadre d'un programme spécifique « infrastructures » ou un relais efficace européen, si la France ne participe pas à l'ERIC-EuBI.
- Enfin, les niveaux de dépenses considérés ici sont les reflets d'un ajustement/équilibre économique aux recettes estimées. **Ils ne démontrent pas les besoins réels des différentes plateformes et laboratoires. Il sera surtout noté qu'ils sont réalisés à niveau de RH quasi-constant**, conditionné ici par une évolution des recettes attendue stricte. Il va de soi que sans une prise en compte de **ces besoins RH (telles que décrits précédemment)** sur l'ensemble de l'infrastructure dans le futur, une stagnation d'activité est à prévoir et donc un impact négatif sur les travaux et études de ses utilisateurs.

Ce besoin et effort nécessaire en RH est transposable sur l'ensemble de la communauté d'imagerie biologique, tous sites confondus, dans les 5 à 10 ans à venir.