

INAUGURATION

**Des nouveaux équipements d'imagerie
à l'Institut de biologie moléculaire des plantes du CNRS**

Mardi 21 novembre 2017
rue du Général Zimmer, Strasbourg



DOSSIER DE PRESSE



Communiqué de synthèse.....	3
I. Introduction	5
a) Court historique de l'Institut de biologie moléculaire des plantes du CNRS.....	5
b) De nouveaux équipements au service d'un projet scientifique tourné vers l'avenir	6
II. Le spectromètre de masse à haute résolution, Solarix FTMS	7
a) L'installation au sein de la plateforme de métabolomique	7
b) Le Solarix FTMS, un équipement pour simplifier et augmenter la précision d'analyse des molécules <i>in situ</i>	8
c) Les retombées attendues de Solarix :	9
III. Microscope électronique à haute résolution équipé du module « Serial Block-Face Imaging ».....	11
a) Son installation au sein de la plateforme d'imagerie cellulaire de Strasbourg-Esplanade.....	11
b) Son rôle fédérateur	11
c) Sa spécificité : le module « Serial Block-Face Imaging »	11
IV. Le futur : vers un pôle d'imagerie multidimensionnel	13
A propos des partenaires	14
Annexe :	18

Inauguration des nouveaux équipements d'imagerie Un spectromètre de masse à très haute résolution et un Microscope électronique à balayage avec visualisation 3D

Les sciences biologiques ont connu un essor considérable dans la dernière décennie, notamment avec le raffinement des équipements permettant de scruter le vivant.

Situé sur le campus de l'Esplanade, l'Institut de biologie moléculaire des plantes du CNRS est un pôle d'excellence dans le domaine des sciences du végétal. Les deux équipements dédiés à l'imagerie en trois dimensions qui intègrent l'Institut viennent enrichir sur Strasbourg et dans tout le Grand Est, les ressources dans le domaine de l'étude des petites molécules (l'analyse métabolomique) et celui de l'imagerie cellulaire.

Ecologie, pharmacologie, biologie animale et végétale : les domaines de développement de ces nouvelles technologies sont variés et nombreux.

L'attribution récente du prix Nobel de chimie aux trois pères fondateurs de la cryo-microscopie électronique nous rappelle aussi que pour rester dans la compétition internationale mettre à disposition des chercheurs des équipements de hautes technologies est primordial. Grâce à ces deux nouveaux équipements inaugurés ce mardi 21 novembre 2017 l'ambition de l'Institut de biologie moléculaire des plantes est de pérenniser savoir-faire et expertises et de devenir, au niveau régional, un pôle de référence et de formation dans ces technologies de pointe.

Le spectromètre à très haute résolution Solarix FTMS est capable d'analyser avec une



sensibilité et une précision inégalée la composition chimique et la masse, des petites molécules qui lui sont soumises mais aussi de faire cette analyse de façon spatiale directement dans des échantillons biologiques ou non biologiques. Cela permet par exemple de localiser des micropolluants dans les eaux usées pour améliorer le traitement. Ou encore, de suivre la progression d'un médicament dans un corps *in situ* sans utiliser les techniques actuelles de synthèse des molécules avec des traceurs radioactifs. L'acquisition a été financée dans la cadre

du plan Etat-Région 2015-2020.

Le Microscope électronique à balayage à la capacité d'analyser des échantillons 3D et à



haute résolution. Ce microscope utilise la technique du *Serial Block-Face Imaging* : l'échantillon est découpé en très fines tranches à l'intérieur même de la chambre d'observation. Après chaque coupe, une image de la surface de l'échantillon mise à jour est acquise. Les images séquentielles ainsi obtenues permettent la reconstruction de l'échantillon dans ses trois dimensions. Cette technologie d'imagerie 3D permet de visualiser l'organisation structurale d'un tissu ou d'une cellule, d'étudier la connectivité des structures intra ou intercellulaires (arrangements des neurones, des organites ou de polymères). Ce microscope intègre la plateforme d'imagerie cellulaire de Strasbourg-Esplanade L'acquisition a été financée

dans la cadre du Programme Investissement Avenir - IDex.

Jean-Luc Marx, Préfet de la région Grand Est représenté par **François Schricke**, Secrétaire Général adjoint pour les Affaires Régionales et européennes, **Jean Rottner**, Président de la Région Grand Est représenté par **Lilla Merabet**, Vice-présidente Compétitivité, Numérique et Filière d'Excellence, **Robert Herrmann**, Président de l'Eurométropole de Strasbourg, **Anne Peyroche**, Présidente du CNRS représentée par **Catherine Rechenmann**, directrice adjointe scientifique en biologie intégrative végétale et **Michel Deneken**, Président de l'Université de Strasbourg, ont inauguré **les nouveaux équipements d'imagerie - le spectromètre de masse haute résolution Solarix FTMS et le microscope électronique à balayage à visualisation 3D** de l'Institut de biologie moléculaire des plantes du CNRS, ce mardi 21 novembre 2017 à 16h00 à Strasbourg.

Ils ont été accueillis par **Laurence Drouard**, directrice de l'IBMP accompagnée de **Jean-Luc Evrard**, directeur adjoint et de l'ensemble de l'équipe de direction du laboratoire, de **Patrice Soullie**, délégué régional du CNRS ainsi que de **Dimitri Heintz**, responsable de la plateforme métabolomique, **Mathieu Erhardt** et **Jérôme Mutterer**, responsables de la plateforme d'imagerie cellulaire.

[Le financement des équipements](#)

- **Le spectromètre à très haute résolution : financement CPER 2015-2020**
Équipement commercialisé par la société Bruker

Les partenaires ont consacré près de 1,9 millions d'euros, pour l'acquisition de la machine et le matériel requis pour le traitement des données informatiques.

L'acquisition a été financée dans la cadre du Contrat de plan Etat-Région 2015-2020.

Le plan de financement se répartit comme suit :

- CNRS :	1200 K€
- Ministère de la recherche	100 K€
- Région Grand Est :	300 K€
- Eurométropole de Strasbourg :	300 K€

- **Le Microscope électronique à balayage : financement PIA-IdEx**
Équipement commercialisé par les sociétés Carl Zeiss et Gatan

Financé à hauteur de **596 K€** par l'Etat dans le cadre du Programme Investissement d'Avenir - programme IdEx porté par l'Université de Strasbourg.

Contacts presse :

CNRS : Céline Delalex-Bindner | 06 20 55 73 81 | celine.delalex@cnrs.fr

IBMP : Géraldine Bonnard | 03 67 15 53 83 | geraldine.bonnard@ibmp-cnrs.unistra.fr

En savoir plus : <http://www.ibmp.cnrs.fr/>

I. Introduction

a) Court historique de l'Institut de biologie moléculaire des plantes du CNRS

Dès sa création en 1987, l'histoire de l'IBMP est étroitement liée à l'évolution du campus de l'Esplanade et aux hommes et femmes – des scientifiques – qui travaillaient sur les plantes dans différentes entités de recherche, notamment au sein de l'Institut de biologie moléculaire et cellulaire - IBMC.

Ces scientifiques ayant comme point commun de travailler sur des modèles végétaux ont eu la volonté de se regrouper pour construire un institut dédié aux sciences du végétal.

Le professeur Léon Hirth, virologue de renommée internationale, a été le principal initiateur et animateur de cette création.

C'est dans le bâtiment historique - rue du général Zimmer - que s'installent les premières équipes qui s'intéressent aux virus des végétaux ainsi qu'aux organelles (chloroplaste, mitochondrie).

Deux ans après, des équipes de l'Université Louis Pasteur, qui œuvrent dans le domaine de la biochimie du végétal, rejoignent l'IBMP sous l'impulsion de Claude Paoletti, alors nouveau directeur du département des Sciences de la vie du CNRS.

Pendant 25 ans, le personnel de l'IBMP est localisé sur deux sites géographiques : le bâtiment principal (rue du Général Zimmer) rassemblant 80% du personnel et deux étages de l'Institut de botanique (rue Goethe) accueillant le reste des équipes.

L'année 1999 constitue une nouvelle étape importante dans la vie de l'unité avec la construction d'un étage supplémentaire en toiture dédié à des serres de dernière génération.

En 2015, grâce à l'extension du bâti principal, l'institut devient une seule entité physique.

Il accueille aujourd'hui 170 personnes.



L'extension de l'IBMP inaugurée en 2015

1987- 2017- L'IBMP fête ses 30 ans

En 30 ans, l'Institut de biologie moléculaire des plantes a pris une place centrale dans le domaine des sciences du végétal. Il aborde des sujets variés comme la virologie, la génétique et l'épigénétique, la biologie moléculaire ou la métabolomique. Les enjeux scientifiques de ces recherches s'étendent des mécanismes fondamentaux du vivant à la caractérisation de biomolécules actives en passant par les interactions plantes/pathogènes ou la réponse à des conditions adverses comme l'élévation de la température ou la sécheresse.

b) De nouveaux équipements au service d'un projet scientifique tourné vers l'avenir

Les végétaux ont de tout temps été des systèmes modèles, fondateurs de connaissances pour l'ensemble des sciences du vivant avec par exemple :

- les bases de la génétique avec les petits pois de Johann Gregor Mendel
- la découverte fortuite du phénomène de l'interférence de l'ARN, un mécanisme de régulation des gènes - piste thérapeutique de demain- alors que des chercheurs tentaient de renforcer la couleur pourpre du pétunia.

Certaines de ces découvertes ont d'ailleurs été récompensées par des prix Nobel.

Pôle européen d'excellence dans le domaine des sciences du végétal, l'Institut de biologie moléculaire du CNRS a clairement contribué aux connaissances des sciences du végétal et même au-delà. Citons ainsi la caractérisation de la voie métabolique de biosynthèse d'anticancéreux comme la vinblastine actuellement produits à partir d'extraits de la pervenche de Madagascar ou encore l'existence des micro-ARNs - des courtes molécules d'acides ribonucléiques, à activité antivirale chez l'Homme.

L'acquisition de ces équipements s'insère dans un institut aux nombreux atouts :

- La plateforme de métabolomique certifiée ISO9001 (voir encart page 7) dirigée par un ingénieur de recherche du CNRS qui dispose d'un savoir-faire unique en la matière.
- La plateforme d'imagerie cellulaire de Strasbourg Esplanade, dirigée aussi par deux ingénieurs de recherche CNRS, qui possède un pôle incontournable d'imagerie et des compétences reconnues.

En 2015, ces deux plateformes ont d'ailleurs bénéficié directement d'une restructuration de leurs espaces permettant de regrouper les compétences et équipements. Cette opération avait été financée pour un montant total de 7,96 millions d'euros dans le cadre du CPER 2007-2013 (nom du projet : Végoia) et du fond FEDER,

- La plateforme Biologie et Bioinformatique qui constitue un soutien solide et indispensable pour la mise en place des infrastructures informatiques nécessaires au bon fonctionnement des projets d'imagerie multidimensionnelle et de métabolomique haute résolution.

Des plateformes ouvertes aux partenaires

L'IBMP a toujours été tourné vers l'ouverture de ses plateformes aux partenaires institutionnels, industriels et internationaux pour faire fructifier des échanges bénéfiques pour tous.

Cette ouverture et ces savoir-faire ont d'ailleurs suscité l'intérêt d'une trentaine de partenaires tant institutionnels qu'industriels, même au-delà de nos frontières dans des domaines variés : plantes et métabolomique, biologie et santé, environnement.

II. Le spectromètre de masse à haute résolution, Solarix FTMS

a) L'installation au sein de la plateforme de métabolomique

La métabolomique, de quoi parle-t-on ?

La métabolomique est une science récente qui étudie l'ensemble des métabolites (sucres, acides aminés, acides gras, etc.) présents dans une cellule, un organe, un organisme. C'est l'équivalent de la génomique pour l'ADN. Par différentes techniques analytiques (chromatographie, spectrométrie de masse...), ce champ de recherche vise à caractériser et quantifier ces petites molécules dans des échantillons biologiques : tissus végétaux, fluides biologiques humains, tissus animaux, microorganismes...

A noter : 80% des médicaments actuels présents sur le marché sont des métabolites, directement issus ou caractérisés chez les plantes, puis produits par synthèse chimique lorsque c'est possible. Toutefois, 80% des métabolites de plantes demeurent encore inconnus. A ce titre, l'identification de nouvelles molécules au sein des végétaux est un enjeu majeur de santé publique. Il ouvre des horizons inespérés dans l'analyse des métabolites végétaux.

La plateforme métabolomique

Depuis sa création en décembre 2007, la plateforme métabolomique de l'Institut de biologie moléculaire des plantes du CNRS développe des méthodes d'analyses et de dosages ciblées, et de profilages métaboliques, ceci pour le compte de collaborateurs du secteur public et privé.

Localisée historiquement à l'Institut de botanique, la plateforme s'est installée en 2015 dans la nouvelle extension de l'IBMP. La plateforme est donc maintenant à proximité des différentes équipes de l'Institut, ce qui rend possible de nombreuses collaborations. L'accès aux différents supports nécessaires à la plateforme (service informatique, magasin, service des achats, service de maintenance) y est ainsi simplifié et plus rapide. Il s'agissait d'un point essentiel pour son fonctionnement et son développement futur.

Ces nouveaux locaux ont rendu possible l'accueil du spectromètre de masse à haute résolution Solarix FTMS qui vient renforcer l'expertise du pôle, structure stratégique pour le développement de nouvelles technologies certes dans le monde de l'imagerie métabolomique, mais aussi dans des domaines aussi divers que l'écologie, la pharmacologie et la biologie animale et végétale.

Une plateforme certifiée

Pour satisfaire aux exigences de collaborations publiques et privées, dès sa création, la plateforme métabolomique s'est engagée dans une démarche qualité qui l'a amené en février 2013 à la certification ISO 9001 pour ses activités de service, de recherche et de formation. Elle devient ainsi l'une des rares plateformes de métabolomique de France certifiées. En plaçant la satisfaction de ses collaborateurs et l'engagement de fiabilité de son expertise au cœur de ses préoccupations, la plateforme métabolomique a défini des engagements vis-à-vis de ses utilisateurs quant aux performances des analyses, en cohérence avec les besoins exprimés par le monde scientifique et économique. On note un taux élevé de satisfaction des utilisateurs pour les conseils méthodologiques. Cette certification, indépendamment du management de la qualité qu'elle impose, a permis l'arrivée de contrats industriels (plus de 500 k€ en 2014-2015) assurant une source d'investissement et surtout la capacité d'un autofinancement sur les contrats de maintenance des matériels qui sont fort coûteux. A ce jour, la plateforme gère 27 projets scientifiques. La plateforme métabolomique a depuis sa création fortement contribué à la communication et au rayonnement scientifique de l'IBMP avec pas moins de 50 publications. Une équipe composée actuellement de deux ingénieurs (un agent CNRS et un agent Université de Strasbourg), trois doctorants (dont deux via contrats industriels) et un chercheur maître de conférence-praticien hospitalier en détachement de l'hôpital de Strasbourg est en charge de son fonctionnement.

b) Le Solarix FTMS, un équipement pour simplifier et augmenter la précision d'analyse des molécules *in situ*

Vous avez-dit spectromètre de masse ?

La spectrométrie de masse est une technique physique d'analyse permettant de détecter et d'identifier des molécules d'intérêt par mesure de leur masse, et de caractériser leur structure chimique. Elle est utilisée dans pratiquement tous les domaines scientifiques : physique, astrophysique, chimie en phase gazeuse, chimie organique, dosages, biologie, médecine...

Le spectromètre de masse offre donc trois fonctions principales : la séparation des constituants, la mesure de leur abondance relative et la mesure précise des masses atomiques ou moléculaires. On peut donc réaliser des analyses qualitatives et quantitatives.

Le principe technique réside dans la séparation en phase gazeuse de molécules chargées (ions) en fonction de leur rapport masse/charge. Un spectromètre de masse comporte différentes parties.

- Une source d'ion, où les ions sont produits en phase gazeuse à partir des états solides, liquides ou gazeux.
- Un ou plusieurs analyseurs dans lequel les ions sont manipulés (transportés, tournés, triés, sélectionnés, fragmentés...).

Les ions sont ensuite acheminés dans un aimant supraconducteur dans lequel ils vont circuler suffisamment longtemps pour que l'on puisse obtenir une information de la masse de chaque ion avec une précision inégalée à ce jour : 6 chiffres après la virgule !

- Un détecteur qui compte les ions et amplifie leurs signaux ou enregistre l'image d'un courant induit par leurs mouvements.
- Un système informatique qui collecte toutes les données pour générer un spectre de masse.



Installation du Solarix à l'IBMP par le ciel

Solarix FTMS, ses caractéristiques

Ce spectromètre de masse est capable d'analyser avec une sensibilité et une précision inégalées des coupes histologiques, et ainsi de déterminer la distribution spatiale et temporelle des molécules dans un tissu donné (plante, animal, humain). Plusieurs molécules comme les lipides, sucres, acides aminés ou autres métabolites, ainsi que des peptides et des petites protéines peuvent être identifiées directement à la surface du tissu quel qu'il soit et ceci, sans marquage préalable.

Un exemple qui montre parfaitement les potentialités de cet équipement : avec un équipement tel que le Solarix FTMS, non seulement il n'est plus nécessaire de fabriquer le candidat médicament sous forme radioactive, puisque la machine est capable de l'identifier spatialement dans un milieu complexe, mais de plus il est possible de suivre *in situ* les éventuelles modifications de la molécule dans le temps et de prédire de potentiels effets toxiques ou les types de rejets dans l'environnement.

Un aimant *Made in Alsace* :

L'aimant supraconducteur présent dans Solarix a été fabriqué sur le site alsacien de la société Bruker situé à Wissembourg. Les ingénieurs de l'entreprise accompagnent les chercheurs dans l'installation du spectromètre et ses développements connexes. Une belle vitrine de la dynamique économique alsacienne.

Le financement de l'opération inscrite au CPER 2015-2020

Les partenaires ont consacré près de **1,9 millions d'euros**, pour l'achat et l'aménagement de l'équipement Solarix-FTMS – spectromètre à très haute résolution. L'acquisition a été financée dans la cadre du Contrat de plan Etat-Région 2015-2020.

Le plan de financement se répartit comme suit :

- CNRS :	1200 K€
- Ministère de la recherche :	100 K€
- Région Grand Est :	300 K€
- Eurométropole de Strasbourg :	300 K€

Une expérience Art et Science



L'univers graphique de Paule Brun inspiré par une nature riche et vivante vient habiller le spectromètre de masse Solarix. Pour cette commande artistique Paule Brun a créé des illustrations à l'encre de chine et aux crayons qui ont été reproduites sur des stickers et apposées minutieusement sur l'appareil. Un projet Art et Science financé par la société Bruker.

c) Les retombées attendues de Solarix :

Répondre à des enjeux sociétaux et renforcer le territoire

La société est particulièrement sensible aux questions de santé publique ; ces équipements, en permettant d'explorer l'intimité des processus d'infection et de défense cellulaire, ouvriront de nouvelles perspectives thérapeutiques génératrices de nouvelles molécules candidates à tester et d'espoir pour les malades. Dans le domaine de l'environnement, notre projet, en ouvrant la possibilité jusque-là inexistante de pister et de doser les micropolluants (ex : résidus de médicaments ou de pesticides) dilués dans les eaux de surface et les nappes phréatiques, permettra d'évaluer de façon objective les risques potentiels et enjeux auxquels l'homme et tous les écosystèmes seront confrontés dans les années à venir. En effet, la contamination de la ressource en eau impacte l'homme, mais aussi toute la chaîne alimentaire (plantes et animaux qui mangent ces plantes).

Cette plateforme et ces équipements rares sur un lieu unique, seront attractifs pour Strasbourg et la Région Grand Est, pour de nouvelles équipes et la mise en place de collaborations internationales, mais aussi pour les industriels de notre territoire ; ce pôle permettra d'établir des partenariats structurants afin de développer et de tester des dispositifs innovants notamment dans les domaines de la pharmacologie et de l'environnement. Le FTMS est particulièrement indiqué pour définir les micropolluants des

eaux de surface ou souterraines. Une fois ces molécules connues, il sera possible de développer des capteurs spécifiques tels que ceux conçus par exemple par la société alsacienne Bürkert. Des solutions devront être imaginées, développées et mises en œuvre notamment par des PME et des acteurs majeurs de ces secteurs. Ces solutions innovantes permettront idéalement de développer de nouvelles filières et de créer de nouveaux débouchés et emplois.

De nouvelles formations inédites au cœur d'un projet interdisciplinaire

Un autre axe de développement est la formation. Le regroupement de compétences pointues avec des matériels innovants et la définition de nouveaux protocoles expérimentaux permettront de mettre en place des formations uniques universitaires, mais aussi continues pour les industriels ayant besoin de ces nouvelles technologies. Les quelques sociétés contactées ont montré un grand intérêt pour les équipements proposés. En effet, ces outils viennent combler un manque face à des besoins non résolus et des attentes fortes des entreprises. Elles y voient aussi une opportunité unique d'accéder à des compétences internationalement reconnues et de leur permettre d'accélérer leur croissance par l'innovation. L'interdisciplinarité des besoins, particulièrement en microscopie haute résolution, est aussi un gage d'ouverture et de développements parfois inattendus dans des domaines éloignés de la biologie comme la physique et la chimie.

III. Microscope électronique à haute résolution équipé du module « Serial Block-Face Imaging »

a) Son installation au sein de la plateforme d'imagerie cellulaire de Strasbourg-Esplanade

La plateforme d'imagerie cellulaire Strasbourg Esplanade (PICSE) a été créée en 1998. Son programme scientifique a pour but l'étude par différentes techniques de microscopie de l'expression spatio-temporelle de gènes d'organismes supérieurs, animaux ou végétaux, et l'étude des biomatériaux par la caractérisation des processus biophysiques et biologiques aux interfaces. La plateforme a obtenu un label RIO en 2001, 2004 et 2006 attestant de la capacité de management des équipes, de veille technologique, de formation et d'ouverture aux autres équipes de recherche. La plateforme adhère à la charte des plateformes technologiques en sciences du vivant.

Les missions de la plateforme sont de soutenir l'activité de recherche des équipes internes et externes à la plateforme, de développer et d'implanter de nouvelles méthodologies, d'assurer la formation du personnel aux nouvelles techniques par l'organisation de formations, et de participer à l'enseignement supérieur et à l'animation scientifique en direction du public.

Ses domaines scientifiques d'intervention vont de la biologie végétale et animale mais s'étendent également aux domaines de la microbiologie et des biomatériaux.

b) Son rôle fédérateur

Cet équipement fédère donc par un besoin commun, l'analyse 3D par microscopie électronique à haute résolution, de nombreux laboratoires strasbourgeois œuvrant dans les domaines de la biologie, de la chimie et des biomatériaux. Les projets de recherche en cours et à venir démontrent l'intérêt de la communauté scientifique strasbourgeoise pour l'acquisition de cet équipement indispensable à l'analyse en 3D des échantillons à haute résolution.

Les unités partenaires :

- l'Institut de biologie moléculaire des plantes - IBMP (CNRS)
- le laboratoire Architecture et réactivité de l'ARN (CNRS)
- le laboratoire Immunopathologie et chimie thérapeutique, CNRS
- le laboratoire Réponse immunitaire et développement chez les insectes - RIDI
- le laboratoire Génétique moléculaire, génomique et microbiologie – GMGM (CNRS /Université de Strasbourg)
- l'unité Santé de la Vigne et Qualité du Vin - (INRA/ Université de Strasbourg)
- l'unité Biomatériaux – Bioingénierie (Inserm/ Université de Strasbourg)
- l'Institut des neurosciences cellulaires et intégratives – INCI (CNRS)

Toutes ces unités sont associées ou conventionnées avec l'Université de Strasbourg.

c) Sa spécificité : le module « Serial Block-Face Imaging »

Grâce à ce microscope, la plateforme d'imagerie cellulaire de Strasbourg-Esplanade se dote d'un appareil inédit capable d'analyser les échantillons en 3D et à haute résolution en utilisant la technique du «Serial Block-Face Imaging».

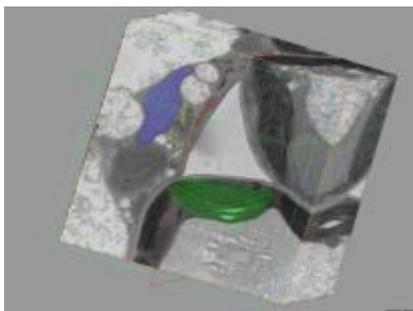
Cet instrument novateur et unique dans la région Est répond aux nombreuses attentes des laboratoires car il est par nature complémentaire aux données 3D obtenues par microscopie confocale à plus grande échelle, et aux observations structurales 2D réalisées par microscopie électronique à transmission. Cet équipement fédère donc par un besoin

commun, l'analyse 3D par microscopie électronique à haute résolution, de nombreux laboratoires strasbourgeois œuvrant dans les domaines de la biologie, de la chimie et des biomatériaux. Le nombre d'unités partenaire (cf un équipement fédérateur) démontre l'intérêt de la communauté scientifique strasbourgeoise pour l'acquisition de cet équipement indispensable à l'analyse en 3D des échantillons à haute résolution.

La technologie « Serial Block Imaging »

Avec cette technique, l'échantillon est découpé grâce à un ultramicrotome intégré dans la chambre d'observation du microscope. Après chaque coupe, la surface mise à jour de l'échantillon est imagée. Les images séquentielles ainsi obtenues serviront à reconstruire l'échantillon dans ses trois dimensions.

Par cette méthode, il est donc possible de visualiser en 3D l'organisation structurale d'un tissu ou d'une cellule, mais avec la haute résolution de la microscopie électronique. Cette information spatiale est indispensable lorsque l'on souhaite étudier la connectivité des structures intra ou intercellulaires, les arrangements des neurones, l'organisation des microtubules, de filaments d'actine, des organites, des complexes macromoléculaires par exemple. Cette technique est également essentielle dans le domaine des matériaux construits à base d'alliage léger ou les polymères, leurs fonctionnalités étant toujours liée à leur organisation spatiale particulière.



Feuille d'*Arabidopsis thaliana*. Reconstruction 3D obtenue à partir d'une série de 300 images segmentées (noyau en bleu, chloroplaste en vert, mitochondrie en rouge et réticulum endoplasmique en jaune)

Le financement de l'opération : financement PIA-IdEx

Equipement commercialisé par les sociétés Carl Zeiss et Gatan

Cet équipement a été financé par l'Etat via le programme d'Investissement d'Avenir – programme IdEx géré par l'Université de Strasbourg pour un montant de **596 K€**.

L'acquisition de cet instrument s'inscrit dans le cadre de l'action *Equipements Structurants*, un des outils de l'IdEx strasbourgeois.

IV. Le futur : vers un pôle d'imagerie multidimensionnel

La complémentarité des compétences et des technicités est fondamentale pour mener des recherches ambitieuses et novatrices.

Pour renforcer cette dynamique et garantir l'excellence de la recherche et le développement de l'innovation dans les années à venir l'enjeu est de créer un pôle d'analyse multidimensionnelle de très haute résolution et des savoir-faire associés, sur la place de Strasbourg.

Ce pôle représente une structure stratégique pour le développement de nouvelles technologies de résolution spatiale dans des domaines aussi divers que l'écologie, la pharmacologie et la biologie animale et végétale.

Associé à de multiples partenaires académiques et industriels il a pour ambition de pérenniser des savoir-faire et des expertises uniques en région, et d'établir un pôle de référence et de formation dans ces technologies de pointe.

Les sciences biologiques ont connu un essor considérable dans la dernière décennie notamment avec le raffinement des équipements permettant de scruter le vivant. Parmi ces matériels de pointe, on pourra citer entre autres les microscopes confocaux et les spectromètres de masse de type MALDI.

Les scientifiques, pour rester dans la compétition internationale, doivent pouvoir disposer d'équipements de plus en plus précis et de plus en plus sensibles, mais aussi bénéficier de percées technologiques qui confèrent un avantage certain pour répondre aux nombreuses questions que la société ou les chercheurs se posent.

A propos des partenaires

L'ETAT :

- **Le ministère de l'Éducation nationale de l'enseignement supérieur et de la recherche (MENESR)**

Les thématiques de recherches développées au sein de l'Institut de biologie moléculaire des plantes s'inscrivent dans France Europe 2020, l'agenda stratégique pour la recherche, le transfert et l'innovation élaboré par le ministère en charge de l'enseignement supérieur et de la recherche. L'enjeu est de permettre à la recherche française, dans toute sa diversité, de mieux répondre aux grands défis scientifiques, technologiques, économiques et sociétaux des décennies à venir. L'agenda France Europe 2020 comporte une stratégie nationale de recherche dont le principe est inscrit dans la Loi sur l'enseignement supérieur et de la recherche et des mesures spécifiques pour favoriser le transfert et l'innovation et assurer à la France sa place dans l'espace européen de la recherche.

Le Contrat de plan État-Région 2015-2020 (37 M€ de l'État pour l'enseignement supérieur, la recherche et l'innovation), le Plan Campus (200 M€ de l'État), le Programme d'Investissements d'Avenir (428 M€ de l'État, hors capital, sur 10 ans) sont les outils financiers qui alimentent la recherche en Alsace, en compléments des dotations aux Universités, aux écoles et aux établissements de recherche (CNRS, INRA, Inserm). La Préfecture et le Rectorat travaillent pour la mise en œuvre de la stratégie de l'État en étroite relation avec l'ensemble des partenaires pour la réussite de la recherche et de l'innovation en Alsace.

Contact : serge.kauffmann@recherche.gouv.fr

- **Le Centre national de la recherche scientifique**

Le Centre national de la recherche scientifique, principal organisme public de recherche à caractère pluridisciplinaire en France, mène des recherches dans l'ensemble des domaines scientifiques, technologiques et sociétaux. Il produit du savoir qu'il met au service de la société. Sa gouvernance est assurée par Alain Fuchs, président du CNRS. L'établissement est placé sous la tutelle du MENESR.

Avec près de 32 000 personnes, un budget de 3,3 milliards d'euros pour l'année 2015, dont 761 M€ de ressources propres, une implantation sur l'ensemble du territoire national, le CNRS exerce son activité dans tous les champs de la connaissance, en s'appuyant sur plus de 1 100 unités de recherche et de service.

En 2016 au sein de la délégation Alsace, le CNRS compte 1 572 personnels, 162 M€ de budget et 39 unités de recherches. Patrice Soullie, délégué régional, en est le représentant institutionnel.

Contact : Céline Delalex-Bindner - communication@alsace.cnrs.fr

En savoir plus : www.cnrs.fr

- **L'Université de Strasbourg**

L'Université de Strasbourg est un établissement d'enseignement supérieur et de recherche. Implantée au cœur de la cité, elle compte 50 104 étudiants, 2 645 enseignants et enseignants chercheurs, 4 324 intervenants professionnels extérieurs, 2 624 personnels de bibliothèques, ingénieurs, administratifs techniciens de service et de santé (Biatss), 36 unités de formation et de recherche (UFR), facultés, écoles, instituts et 72 unités de recherche, 1 unité de service et de recherche et 6 unités de service. La recherche à l'université est incarnée par des femmes et des hommes de talents qui forment actuellement 2 345 doctorants dont 456 ont soutenu leur thèse en 2016. L'excellence de la recherche à Strasbourg se traduit notamment par 4 prix Nobel en activité, 1 prix Kavli, 1 médaille Fields, 1 membre de l'Académie française, 12 membres et 1 correspondant de l'Académie des sciences, 4 membres de l'Académie des inscriptions et belles lettres, 44 membres de

l'Institut universitaire de France dont 24 actifs en 2016, 45 European Research Council (ERC) dont 21 ERC actifs en 2016.

L'Université de Strasbourg est membre d'Eucor - le Campus européen, campus modèle pour des projets menés à l'échelle européenne, à la pointe de la recherche qui rassemble également les universités de Karlsruhe, Fribourg, Bâle et l'Université de Haute-Alsace. Elle est aussi membre fondateur de la ligue européenne des universités de recherche (LERU).

Contact : Anne-Isabelle Bischoff - anne-isabelle.bischoff@unistra.fr

En savoir plus : www.unistra.fr

- **L'Institut de biologie moléculaire des plantes du CNRS**

L'IBMP est l'un des 1100 laboratoires du CNRS. Il est rattaché à l'Institut National des Sciences Biologiques (INSB). Comprenant environ 170 personnes (dont 90 permanents chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs et techniciens), il représente le plus grand centre de recherche du CNRS dédié aux plantes. Organisé en quatre départements scientifiques, l'institut étudie les mécanismes moléculaires et cellulaires de la croissance et du développement des végétaux ainsi que leurs réactions vis-à-vis de stress environnementaux et pathogéniques, ainsi que la caractérisation de molécules bioactives. A l'interface entre recherche fondamentale et recherche appliquée, il constitue un pôle majeur en biologie végétale.

L'institut bénéficie d'une reconnaissance internationale de premier ordre et entretient des liens étroits et historiques avec l'INRA, l'industrie et des partenaires internationaux, notamment frontaliers. Conventionné avec l'Université de Strasbourg, et affilié à l'Ecole doctorale des sciences de la vie et de la santé, ses chercheurs, enseignants-chercheurs et ingénieurs s'impliquent fortement dans la formation et le transfert des savoirs.

L'IBMP dispose de plateformes de haute technologie dédiées à l'analyse de petites biomolécules, à la production de protéines, à l'étude de l'expression génique, à l'analyse bioinformatique ou à l'imagerie cellulaire. Au dispositif scientifique et technique de l'unité, s'ajoutent des serres et logettes à environnement contrôlé permettant la production annuelle de 200 000 plantes. Composés d'outils de dernière génération, ces plateformes, support des quatre départements de recherche, sont ouvertes à l'ensemble de la communauté scientifique académique et industrielle.

Contact: ibmp-cnrs@unistra.fr

En savoir plus : <http://www.ibmp.cnrs.fr/>

LES COLLECTIVITES TERRITORIALES

- **La Région Grand Est**

Chef de file du développement économique, la Région Grand Est fait de l'innovation, de la recherche et de l'enseignement supérieur l'une de ses priorités. C'est dans ce contexte qu'elle a soutenu l'achat et l'aménagement de l'équipement Solarix-FTMS – Spectromètre à très haute résolution de l'Institut de Biologie Moléculaire des Plantes (IBMP), à hauteur de 300 000 €. Rappelons qu'elle a également participé, en 2009, à l'aménagement et à l'équipement des quatre chambres de culture (près de 125 000 €) et en 2015, aux travaux d'extension et d'aménagement de l'IBMP (1 M€).

La Région a mis en œuvre une politique ambitieuse en matière de recherche, déterminante pour la compétitivité, l'attractivité et le rayonnement du Grand Est. Elle a ainsi fait le choix de s'investir de manière volontariste pour permettre à l'ensemble des acteurs de la recherche de tendre vers l'excellence, où qu'ils se trouvent sur le territoire et quelle que soit leur discipline.

L'année 2017 a permis la mise en application des dispositifs Grand Est en faveur du soutien à la recherche autour de quatre enjeux majeurs :

- la reconnaissance de la qualité de la recherche académique,
- le développement économique en lien avec l'écosystème régional,
- l'employabilité et l'insertion professionnelle des jeunes chercheurs,
- l'attractivité et le rayonnement du territoire.

Cette politique se traduit ainsi par la mise en place de dispositifs permettant de soutenir :

- les projets collaboratifs s'inscrivant dans un marché à fort potentiel de croissance identifié dans le cadre du SRDEII, associant un laboratoire et une entreprise locale,
- l'accueil de jeunes talents scientifiques et de chercheurs internationaux de haut niveau,
- l'organisation de nombreuses manifestations à caractère scientifique,
- le développement de l'emploi scientifique en attribuant des financements doctoraux qui permettent aux unités de recherche de mener des recherches en lien avec des domaines considérés comme prioritaires par la Région.

Parallèlement, le soutien de la Région aux projets de recherche ou d'immobilier universitaire s'inscrit dans des dispositifs contractuels, en particulier le contrat de plan Etat-Région (CPER). Les CPER en vigueur dans les trois anciens territoires pour la période 2015-2020 prévoient ainsi un montant cumulé d'aides de l'ordre de 33,4 M€ pour des projets de recherche et 62,1 M€ pour des projets relevant de l'enseignement supérieur.

Contact : Gaëlle Tortil-TeXier - gaelle.tortil-texier@grandest.fr

En savoir plus : <https://www.grandest.fr/>

• **La Ville et l'Eurométropole de Strasbourg**

Conscientes de la compétition qui se joue à l'échelle européenne comme mondiale pour créer des pôles universitaires de premier plan, la Ville et l'Eurométropole de Strasbourg prennent une part importante dans les choix stratégiques qui président au développement, à l'équipement et à la modernisation des établissements d'enseignement supérieur situés dans l'agglomération.

Ainsi, la Ville et l'Eurométropole de Strasbourg ont su être présentes ces dernières années pour engager des soutiens financiers, humains autant que logistiques dans la mise en œuvre de projets ou de programmes tournés vers l'innovation et propres à renforcer l'excellence universitaire comme le rayonnement du territoire.

Dans cette logique, la collectivité a choisi d'investir dans l'enseignement supérieur et la recherche 100 millions d'euros sur 10 ans (2010-2020) par le biais du plan Campus et du programme des Investissements d'avenir mais aussi des contrats triennaux, « Strasbourg, capitale européenne » et contrats de plan Etat-Région. Et de financer chaque année la vie étudiante et diverses activités universitaires (événements, colloques, manifestations) à hauteur d'1,3 million d'euros.

Cet engagement conjoint, qui contribue à asseoir internationalement l'excellence et l'attractivité du site universitaire et scientifique strasbourgeois, s'articule pour la Ville et l'Eurométropole de Strasbourg autour de cinq axes prioritaires :

- renforcement des pôles de compétence dans les grands domaines scientifiques : c'est à ce titre que s'inscrit le financement de 1,130 million d'euros de la collectivité pour l'extension de l'Institut de biologie moléculaire des plantes du CNRS et la création de nouveaux équipements, inaugurés aujourd'hui ;
- promotion de l'innovation et des formations professionnelles, en particulier d'ingénieurs et de management ;
- promotion de la vie étudiante et contribution à l'insertion urbaine des campus ;

- participation aux grands chantiers de l'Université de Strasbourg.
- accompagnement de EUCOR – le campus européen et insertion féconde dans la Région métropolitaine trinationale

Contact presse: Véronique Petitprez - veronique.petitprez@strasbourg.eu

En savoir plus : <http://www.strasbourg.eu/>

Crédits photos :

Couverture : DR | page 3 : IBMP/CNRS | page 5 : drlw architectes | page 8 : IBMP, Jean-Luc Evrard | page 9 : IBMP/CNRS | page 12 : IBMP, Mathieu Erhardt |

Annexe :

Actualités scientifiques de l'Institut de biologie moléculaire des plantes ayant fait l'objet d'une communication du CNRS en 2017



Chlamydomonas : des ARN mitochondriaux bien poly(C) !

9 octobre 2017

Les modifications de l'ARN jouent un rôle prépondérant dans l'expression génétique. L'existence d'ajouts poly(A) à l'extrémité 3' des ARN messagers et plus récemment celle d'ajouts poly(U) (succession d'Uridines) sont bien connues. En étudiant l'expression du génome mitochondrial de *Chlamydomonas reinhardtii*, l'équipe de Laurence Drouard à l'Institut de biologie moléculaire des plantes, en collaboration avec l'équipe d'Olivier Vallon à l'Institut de Biologie physico-chimique, a découvert l'ajout de poly(C) (succession de Cytidines) à l'extrémité des ARN messagers mitochondriaux. Ce nouveau type de modification post-transcriptionnelle des ARN messagers illustre une biodiversité qui se décline aussi à l'échelle moléculaire. Cette étude a été publiée dans la revue *Nucleic Acids Research*.



Détourner pour mieux contrôler : comment les plantes maîtrisent leurs défenses

28 juillet 2017

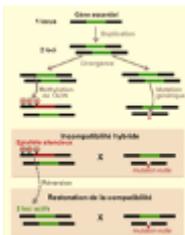
Les plantes font face en permanence à des attaques par des insectes, microbes, et autres ravageurs, et activent des mécanismes de défense sophistiqués dès que l'ennemi est détecté. On pensait que l'élévation des niveaux de jasmonates, une classe d'hormones végétales, était prérequis pour induire ces défenses. En identifiant une nouvelle classe d'oxydases agissant sur l'acide jasmonique lorsque ses niveaux sont très faibles, l'équipe de Thierry Heitz révèle un mode de contrôle inédit des défenses.



Nanobody : un outil multifonctionnel pour comprendre et lutter contre la maladie du court-noué.

16 août 2017

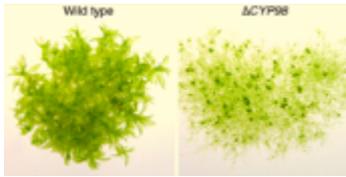
La maladie du court-noué, dont le traitement est quasiment impossible, est présente dans deux-tiers des vignobles français. Pour comprendre le fonctionnement du virus du court-noué, des chercheurs de l'Inra et du CNRS, en collaboration avec l'Université de Bruxelles, ont mené une recherche tout à fait originale en utilisant des anticorps particuliers nommés Nanobodies¹. Au-delà de l'intérêt biotechnologique de ces nanobodies, ces résultats sont prometteurs au plan fondamental et pour le développement d'outils visant la détection de la maladie du court-noué, et d'autres virus de plantes. Ils sont publiés dans la revue *Plant Biotechnology Journal*.



Isolement reproductif : quand l'épigénétique s'en mêle

7 mars 2017

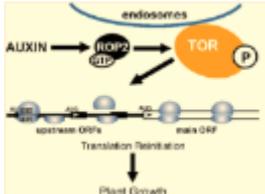
Les modifications génétiques sont à l'origine de la diversité biologique, sur laquelle agit la sélection naturelle. Mais pour faire émerger de nouvelles espèces, des barrières reproductives doivent être mises en place, comme par exemple l'impossibilité de fécondation ou le caractère délétère de certaines combinaisons de gènes telle que l'incompatibilité hybride. Une étude publiée dans la revue *PNAS* suggère que les allèles épigénétiques, ayant hérité d'un état de méthylation de l'ADN, contribuent à l'isolement reproductif chez les plantes.



La cuticule des mousses : ancêtre de la lignine des plantes vasculaires ?

8 mars 2017

L'évolution de deux biopolymères essentiels, la lignine et la cutine, a été nécessaire à la transition des plantes du milieu aquatique au milieu terrestre. En recherchant chez une mousse l'origine évolutive de la lignine, une équipe de l'Institut de biologie moléculaire des plantes, en collaboration avec des chercheurs de l'Université de Freiburg (Allemagne), révèle une étape commune à l'évolution de ces deux biopolymères chez les plantes terrestres. Cette étude a été publiée dans la revue *Nature Communications*.



ROP2 et TOR au cœur de la régulation traductionnelle par l'auxine chez les plantes

28 février 2017

L'auxine est une phytohormone essentielle qui régule de multiples aspects de la croissance et du développement des plantes. Si elle exerce un contrôle au niveau transcriptionnel, l'auxine est également impliquée dans la régulation de la traduction. Des chercheurs de l'Institut de biologie moléculaire des plantes ont décrypté les mécanismes moléculaires de cette régulation en mettant à jour le chaînon manquant de la voie de signalisation impliquée: la petite GTPase ROP2, activée par l'auxine, contrôle l'action de la kinase TOR, un régulateur incontournable de la traduction. Ce travail a été publié dans la revue *The EMBO Journal*.

Retrouvez l'ensemble des actualités scientifiques du CNRS en délégation Alsace
http://www.alsace.cnrs.fr/communication/communiques_2017.aspx