



## Département Scientifique Biologie-Agrosciences Politique scientifique – Juillet 2018

Les acteurs de la recherche du Département Scientifique Biologie-Agrosciences contribuent à investiguer les grands domaines de la connaissance et de la valorisation intégrées des ressources végétales : de l'organisme végétal et de sa diversité à la production de produits récoltés, du champ à la transformation, de l'aliment à la santé, des biomolécules aux bioproduits ou à l'énergie renouvelable « verte ». Il s'agit de **développer des recherches cognitives qui permettent de lever les verrous de connaissance et technologiques aux différentes échelles impliquées, afin d'assurer le continuum de la gestion et la valorisation durable des agroressources et de leurs produits transformés**. Les équipes de recherche du Département emploient de plus en plus une démarche systémique qui intègre des concepts, des résultats et des compétences complémentaires. Cette pluridisciplinarité s'organise pour élaborer des modèles explicatifs du fonctionnement de tels systèmes complexes et prédire leur évolution et/ou transformation en vue de répondre aux grands enjeux scientifiques et sociétaux qui interpellent la communauté Biologie-Agrosciences.

### 1. Enjeux scientifiques et sociétaux

L'enjeu global auquel s'adresse le Département Scientifique Biologie-Agrosciences est d'alimenter les populations mondiales en s'adaptant aux changements globaux (réchauffement climatique et modifications des agrosystèmes liées à l'activité humaine) tout en s'assurant d'une sobriété énergétique. Cet enjeu requiert de développer une production et une transformation durables des ressources végétales. Il s'agit ainsi de contribuer à adapter la production végétale aux conditions environnementales afin d'assurer l'alimentation humaine en quantité et en qualité sans recourir à une artificialisation des conditions de culture dommageable pour l'environnement, et en privilégiant valorisation et bioraffinage de ces agroressources pour des fins alimentaires et non alimentaires.

Compte tenu des compétences et des champs d'investigation de la communauté scientifique du Département Scientifique Biologie-Agrosciences, les principaux **enjeux sociétaux** qui l'interpellent peuvent être regroupés en trois grands ensembles :

- a) **Repenser l'alimentation en préservant la sécurité alimentaire et nutritionnelle** dans un contexte de respect de l'environnement et de systèmes bioéconomiques durables. Ces enjeux sont à la fois quantitatifs (produire suffisamment pour nourrir les populations mondiales) et qualitatifs (préservant l'environnement, produire des aliments de qualité, garantir la santé des consommateurs). De manière non exhaustive, peuvent être cités : *(i)* l'adaptation des plantes aux changements globaux et aux stress de l'environnement (qu'ils soient ou non engendrés par le changement climatique), tels que les stress hydrique ou salin, les différents stress minéraux, le développement de maladies des plantes..., *(ii)* l'adaptation de la production d'aliments aux objectifs de qualité organoleptique-nutrition-santé, *(iii)* la gestion et la valorisation des sous-produits végétaux à des visées non-alimentaires.

- b) **Repenser l'agriculture par le développement de l'agroécologie** pour une intensification écologiquement durable de la production agricole, c'est à dire répondre aux enjeux de sécurité alimentaire par des systèmes qui réduisent l'artificialisation des agrosystèmes (e.g. prise en compte de paramètres abiotiques et biotiques comme les différents types de symbioses, développement de la capacité des plantes à utiliser les ressources disponibles en limitant les intrants, intensification de la lutte biologique contre les bioagresseurs ...).
- c) **Repenser la complexité par des approches pluridisciplinaires**, visant à mieux comprendre les lois sous-jacentes aux multiples niveaux d'échelle et étapes de systèmes de production et de transformation des agroressources. Il s'agit d'articuler les connaissances dans des démarches modélisatrices et prédictives, à la fois dans chaque champ scientifique étudié par le Département Scientifique et dans une démarche intégrative pluridisciplinaire, de la plante au produit fini.

Les enjeux scientifiques sous-jacents à ces interpellations sociétales sont majeurs, dans la mesure où : (i) les connaissances fondamentales font encore largement défaut sur de nombreux aspects, (ii) l'intégration de ces connaissances dans une démarche d'étude des systèmes complexes reste un vrai défi et (iii) les verrous à l'innovation restent forts à plusieurs niveaux (conceptuels, biologiques, biotechnologiques ou techniques).

Dans ce contexte, les **objectifs scientifiques prioritaires** du Département Scientifique sont les suivants :

- a) **Décrypter les mécanismes qui permettent aux plantes de percevoir leur environnement biotique et abiotique et d'y répondre** (systèmes de perception, voies de signalisation, réponses physiologiques et développementales, contrôle de la croissance...). Exploiter ces acquis à des niveaux supérieurs d'intégration (populations, agrosystèmes, etc.) en identifiant la variabilité génétique inter- et intra-espèces. Ces questions combinent des études sur plantes modèles et sur plantes d'intérêt agronomique, en interaction avec un environnement fluctuant et avec des microorganismes, bioagresseurs... Un enjeu scientifique complémentaire est de décrypter les étapes clefs qui, dans le sens inverse, déterminent le transfert du carbone fixé par les plantes vers le sol.
- b) **Caractériser la diversité des interactions biotiques** (décrypter les mécanismes communs ou spécifiques qui sous-tendent différents types d'interactions bénéfiques et/ou pathologiques entre plantes, bioagresseurs et/ou microorganismes). Caractériser les paramètres essentiels dans le contrôle des populations de pathogènes et bioagresseurs dans un contexte de changement climatique.
- c) **Développer les approches de Biologie des systèmes**, pour appréhender la dynamique des systèmes complexes et les propriétés émergentes qui en découlent (contraintes biotiques et/ou abiotiques combinées, réseaux de gènes, intégration structure/fonction au niveau de l'organisme entier). Il s'agit ici de maîtriser l'analyse de grands jeux de données (génomiques, phénotypiques, etc...) et de les utiliser dans une démarche de modélisation mathématique à visée prédictive.
- d) **Comprendre les interactions entre les conditions nécessaires et suffisantes de transformation des agroressources** en se basant sur (i) leur composition et structure aux différents niveaux d'échelle (moléculaire, colloïdale, particulière), (ii) les mécanismes bio-physico-chimiques de la transformation et (iii) les relations structure-fonctions de base et

intermédiaire, dans la perspective de générer des produits et coproduits finaux transformés possédant des fonctionnalités ciblées et innovantes (nutrition, santé, antimicrobien, technologique...).

- e) **Comprendre les attentes, en termes de besoins et pratiques alimentaires, de toutes les populations**, et ce en relation avec leur statut nutritionnel et leur réceptivité face à de nouvelles pratiques agricoles, aspects primordiaux notamment pour les populations du Sud.
- f) **Contribuer à l'innovation « produit et procédé »** au travers de (i) l'écoconception des bioproduits et (ii) l'ingénierie reverse pour concevoir les procédés qui permettront l'amélioration des biotransformations nécessaires et suffisantes des plantes en assurant la maîtrise de leur efficacité énergétique.
- g) **Développer des outils de pilotage (OAD) de gestion des agroressources** visant à identifier des solutions garantissant une densité nutritionnelle des plantes bénéfique pour la santé. Ces outils devront intégrer les dimensions : (i) propriétés sensorielles-nutrition-santé des plantes, (ii) déterminants biologiques et technologiques de la qualité nutritionnelle post-récolte (stockage, conservation, transformation) et (iii) environnement climatique en mutation accélérée.

## **2. Grandes thématiques scientifiques du Département Scientifique Biologie-Agrosciences**

De manière très générique, les travaux développés dans les UMR du Département Scientifique Biologie-Agrosciences visent à comprendre les interactions entre des environnements qui changent et les plantes/les organismes/les matrices/les constituants qui s'adaptent ou se modifient en réponse à cet environnement ainsi que leurs impacts sur la santé humaine.

Les facteurs environnementaux étudiés recouvrent le climat, la sécheresse (ou les inondations), les conditions de sol, les interactions avec des microorganismes bénéfiques ou pathogènes, les interactions avec des bioagresseurs arthropodes, mais aussi les conditions de transformation qu'il s'agisse de déconstruction, reconstruction, stabilisation, ou plus globalement de bioraffinerie environnementale, qu'elles soient à visée alimentaire ou non-alimentaire.

Plus spécifiquement, les équipes de recherche du Département Scientifique Biologie-Agrosciences conduisent des travaux de recherche dans les thématiques suivantes :

- Identification, contrôle et modélisation des **mécanismes d'adaptation** physiologiques et développementaux **de la plante** à l'environnement abiotique et biotique du système racinaire.
- Etude à différents niveaux d'intégration des **interactions entre les plantes et les microorganismes**, qu'ils soient bénéfiques ou pathogènes, pouvant être développée jusqu'à l'échelle du **phytobiome** (ensemble constitué par une plante, son environnement et tous les êtres vivants qui interagissent avec elle), dans une perspective de transition agroécologique.
- Identification des **mécanismes de signalisation qui pilotent la croissance et le développement de la plante** en fonction des conditions de l'environnement (remplissage

des graines, allocation des assimilats entre organes, notamment vers les racines qui contribuent au transfert du carbone fixé vers le sol).

- Identification des **mécanismes d'interaction entre les insectes ravageurs et leur environnement** (parasites et pathogènes mais aussi plantes hôtes).
- Compréhension des **rôles de biomolécules** dans la croissance des plantes dans des environnements contrôlés, en fermenteur, et dans les phases de structuration des produits.
- Caractérisation de la **complexité moléculaire, cellulaire et structurale des matières biologiques végétales dans différentes matrices** comme les tissus des plantes et sous différents états (solutions, systèmes colloïdaux, suspensions, milieux granulaires (sol, poudres...) ..).
- Développement de stratégies d'**amélioration du potentiel nutrition-santé des plantes par une approche « Système agro-alimentaire durable »** (respect de la biodiversité et de l'environnement) visant à intégrer les besoins des consommateurs, les recommandations des agences d'alimentation et de santé (OMS, FAO, EFSA, FDA, ...) et les contextes spécifiques des populations considérées (agroressources disponibles, capacité de transformation, sûreté alimentaire, ration alimentaire, socio-économie, ...).
- Développement de la **biologie des systèmes**, de l'acquisition des données massives et de leur intégration vers la modélisation numérique des systèmes biologiques complexes et des agroressources.
- Développement des **méthodes et outils d'aide à la décision pour le pilotage global de filières de transformation des bioressources** par une démarche relevant des domaines de l'intelligence artificielle et de l'ingénierie des connaissances.

### 3. Projets transversaux au sein du Département Scientifique Biologie-Agrosciences

La communauté Biologie-Agrosciences montpelliéraine, dans le Département Scientifique et au-delà, reconnue internationalement sur les thématiques scientifiques décrites précédemment, se structure autour de grandes lignes transversales :

- L'étude du développement et du fonctionnement physiologique des *systèmes racinaires*, leurs diversités et plasticités en réponses aux contraintes abiotiques et aux interactions biotiques.
- *L'intégration des mécanismes de nutrition et métabolisme et des processus développementaux* dans l'expression de la plasticité phénotypique des plantes et leur adaptation à des contraintes environnementales variées.
- L'analyse du rôle du *microbiome* dans le développement et la croissance de différentes espèces végétales et, plus généralement, dans l'écosystème plante incluant les ravageurs et auxiliaires ainsi que dans les produits dérivés.
- L'étude de *l'impact des stress environnementaux* et de l'utilisation d'intrants sur la *physiologie des plantes*, sur la variabilité de leur structure et composition, et la maîtrise de la production des agroressources en lien avec leur potentiel de transformation et de valorisation.

- L'identification et la compréhension de l'origine des *propriétés multifactorielles des biomolécules d'origine végétale*, en particulier pour diversifier l'utilisation de protéines végétales dans un objectif de substitution des protéines d'origine animale et d'applications nouvelles.
- L'étude des *polyphénols* comme groupe de molécules fonctionnelles, de leurs propriétés et rôles dans la physiologie de la plante et sa transformation pour l'amélioration des produits et l'élaboration de nouvelles applications pour la nutrition et la santé.
- L'optimisation des *procédés de bioraffinage* des structures végétales d'intérêt pour contribuer à fournir les bioplastiques et ressources énergétiques supplétives aux produits pétroliers, et de gestion de cultures adaptées à ces fins.
- L'étude systémique de l'élaboration de la *qualité nutrition-santé et techno-fonctionnelle des aliments* à partir des plantes et de leurs biomolécules pour développer des stratégies de bioguidage des cultures.
- L'identification de caractères physiologiques, développementaux, de résistance aux pathogènes ou de transformation technologique favorables pour *l'amélioration des plantes*.
- La *valorisation des co- et sous-produits* des activités de transformation et de consommation des agroressources en intégrant des contraintes d'innocuité sanitaire et d'économie circulaire.

#### 4. Place dans le dispositif scientifique montpellierain : interfaces avec les autres Départements Scientifiques

Les enjeux scientifiques et sociétaux déclinés en grandes thématiques et projets transversaux du Département Scientifique Biologie-Agrosciences sont totalement intégrés dans la stratégie de l'Université de Montpellier et de l'I-Site MUSE, en interaction étroite avec l'ensemble du dispositif de recherche régional. La diversité et la complémentarité des compétences scientifiques de ses communautés permet aux acteurs du Département d'établir des connexions riches et fructueuses à plusieurs interfaces, qui peuvent être présentées selon quatre axes.

Les questions travaillées dans le Département portent sur des milieux complexes en interaction avec un environnement dynamique, à la fois hétérogène et fluctuant.

Outre la biologie, nos études intègrent des connaissances génériques et des approches issues des **mathématiques**, de l'**informatique**, de la **physique**, de la **chimie** et du **génie des procédés** pour :

- l'étude des transformations de la matière complexe qui constitue les systèmes biologiques vivants et/ou les agroressources étudiées ;
- le développement de la biologie des systèmes et de la modélisation basé sur des approches « sans a priori » et le traitement de grandes quantités de données.

Une seconde interface importante implique la communauté **Biologie-Santé** : les enjeux d'alimentation qui relèvent du Département sont indissociables de problématiques Santé. Les effets Santé des ressources alimentaires issues de l'agriculture doivent être évalués et leur

évolution en fonction des changements environnementaux et des pratiques agronomiques, anticipés. Les procédés de transformation nécessaires et suffisants à l'optimisation du potentiel nutrition-santé peuvent alors être repensés dans ce continuum. L'écoconception intégrative de nouveaux systèmes agroalimentaires est un enjeu majeur d'articulation entre les deux Départements.

Les activités de la communauté Biologie-Agrosciences portant sur des organismes en relation avec et faisant partie de l'environnement sont en interface avec le Département **Biologie Ecologie Evolution Environnement, Sciences de la Terre et de l'Eau**. L'étude de l'impact des conditions biotiques et abiotiques de l'environnement sur la physiologie des organismes et réciproquement de celui des organismes sur l'environnement nécessite des collaborations avec des écologues aux différentes échelles des écosystèmes. Un autre volet d'interface entre les deux Départements porte sur l'intégration des usages de l'eau en tant que ressources dans la production et la transformation des agroressources, mais aussi en tant que coproduits (effluents liquides issus des transformations) à valoriser.

Une quatrième interface essentielle concerne les **Sciences Sociales et Economiques**. Les travaux du Département débouchent, en termes d'application et de valorisation, sur des questions repensant la production agricole et l'agro-industrie. Par exemple, la prise en compte de l'acceptabilité des consommateurs par rapport à leur profil et comportement est un déterminant social crucial du développement ou d'optimisation des systèmes de productions alimentaires. On peut aussi citer le développement de la bioraffinerie environnementale et la prise en compte des concepts d'économie circulaire. Ces questions fondamentales pour la durabilité des systèmes bioéconomiques sont à étudier avec des socio-économistes.