

#LABOMATON



LE PIAF / PHYSIQUE ET PHYSIOLOGIE INTÉGRATIVES DE L'ARBRE EN ENVIRONNEMENT FLUCTUANT



Questions à l'équipe de direction de l'UMR PIAF* (Bruno MOULIA, Hervé COCHARD, Valérie LEGUÉ, Nicolas DONÈS)

Quelle est l'histoire du PIAF ?

Le PIAF a récemment fêté ses 25 ans ! C'est l'une des premières unités mixtes de recherche à avoir été créée entre une université (Université Blaise Pascal à l'époque) et l'INRA, avant même le statut d'UMR (Unité Mixte de Recherche). L'idée était de faire travailler ensemble des chercheurs de disciplines différentes mais complémentaires autour d'un même objet : l'arbre.

Ainsi, des agronomes et des bio-climatologues de l'INRA travaillant à l'échelle de la plante entière se sont associés à des physiologistes et des biochimistes abordant les mêmes questions mais à des échelles cellulaires, défrichant ce qui allait devenir la biologie intégrative. Le PIAF a ensuite encore élargi sa palette en allant de la mécanique et la thermique à la génomique fonctionnelle et la physiologie moléculaire, et en s'ouvrant à la diversité des arbres et de leurs différents usages (forestiers, fruitiers, mais aussi urbains ou agroforestiers).

Quels sont les atouts de cette unité ?

Tout d'abord une pratique réelle de l'interdisciplinarité physique-biologie, qui lui permet de jouer un rôle fédérateur dans cette nouvelle frontière des sciences du végétal. Également l'implication effective des personnels UCA et INRA au sein des mêmes équipes, ce qui permet l'articulation entre recherche, enseignement et diffusion de la culture scientifique. C'est enfin un collectif équilibré en termes de parité et de métiers. Cela permet beaucoup d'innovations expérimentales, mais aussi un bon équilibre entre aspects fondamentaux et finalisés ; et de la convivialité !

Quels objectifs poursuit le PIAF aujourd'hui ?

Nos recherches portent principalement sur les réponses des arbres aux facteurs physiques de l'environnement affectés par le bouleversement climatique (hydrique, thermique, mécanique – le vent –) et déterminant leur acclimatation ou survie. Pour cela, nous étudions le développement architectural et le fonctionnement de l'arbre sur l'ensemble de son cycle annuel, avec une attention particulière aux effets des fluctuations environnementales (sécheresse, coup de chaud ou de froid, coup de vent). Le but est d'identifier des génotypes ou écotypes d'arbres plus résistants/résilients, de proposer des modes de conduite améliorant la durabilité, et de prévoir les modifications d'aires de répartition des espèces en fonction du changement climatique. Par exemple nous proposons des modes de conduite des vergers pour limiter le développement des bioagresseurs et donc le nombre de traitements phytosanitaires, et essayons même de transposer ce que nous avons appris avec les arbres, champions de la résilience, sur les cultures annuelles !

*UMR 547 INRA/UCA



© H. Cochard

MIEUX CONNAÎTRE LES 4 ÉQUIPES DE RECHERCHE QUI COMPOSENT L'UMR PIAF

FolEau (Écogénomique fonctionnelle du transport de l'eau dans la feuille en régime hydrique fluctuant)

Créé au 1^{er} janvier 2017, à l'issue de l'évaluation HCÉRES du PIAF, elle s'intéresse aux mouvements d'eau dans la feuille. En effet, chez toutes les plantes, l'eau, élément vital, est puisée dans le sol, transportée vers les feuilles (photosynthèse), puis évaporée dans l'atmosphère.

L'idée est de comprendre comment la molécule d'eau est transportée du système circulatoire (les nervures) vers des cellules « spongieuses » à la surface desquelles l'eau se vaporise. Les voies de transport à l'œuvre impliquent des protéines très spécialisées qui permettent le passage de l'eau au travers des membranes cellulaires. Ce sont des aquaporines. Il en existe plusieurs centaines chez les arbres et les variations de leur séquence protéique déterminent leur performance dans la fonction de transporteur d'eau. L'enjeu est de découvrir les déterminants moléculaires de cette fonction et d'imaginer comment exploiter cette variabilité, pour aider à la sélection d'arbres plus tolérants à la sécheresse.

MEA (Micro-Environnement et Arbre)

L'équipe étudie les interactions entre le fonctionnement de l'arbre, son environnement thermique, lumineux ou minéral fluctuant et son architecture.

Les fonctions biologiques étudiées se rapportent principalement à l'acquisition et la gestion des ressources carbonées et azotées et leurs interactions. Les variables physiques caractérisant l'environnement sont nombreuses mais l'équipe se focalise sur la température des organes par opposition à la température de l'air.

L'équipe MEA décline ses actions de recherche sur des enjeux finalisés : ❶ la gestion des bioagresseurs via la modification de l'architecture, l'induction du système de défense des

plantes et la modulation des ressources du milieu dans la gestion sylvicole, ❷ la vulnérabilité des systèmes arborés au changement climatique, notamment l'acclimatation au froid des arbres pour contribuer à la sélection variétale face au risque de gel (automne et printemps), et ❸ la vulnérabilité des villes au changement climatique (îlot de chaleur urbain) et les leviers d'adaptation seront abordés via l'étude du rôle des arbres (ombrage versus transpiration) sur le climat thermique urbain en fonction de leurs états physiologiques et de leurs gestions.

ZOOM

L'équipe MEA coordonne le projet ANR COOLTREES (2017-2020) portant sur la quantification et la modélisation du rafraîchissement des villes par les arbres.

Partenaires : INSA, CNRS, Association Plante et Cité et l'Eurométropole de Strasbourg

MECA (BioMÉCANiques intégrative de l'arbre)

MECA est une équipe interdisciplinaire de biomécanique intégrative associant des biomécaniciens, des écophysiologistes et des physiologistes moléculaires.

Elle analyse les réponses des arbres au vent et à la gravité autour d'une question générique : « comment les arbres tiennent-ils debout longtemps tout en déployant leur architecture dans un environnement mécanique fluctuant ? ».

Dans un contexte de changements climatiques où la fréquence des tempêtes pourrait augmenter à vents courants plus faibles, cette question des mécanismes permettant l'acclimatation et la résilience au vent est devenue cruciale.

À l'échelle macroscopique des arbres en conditions naturelles, l'équipe construit des modèles biomécaniques de perception-réponse permettant d'identifier, de hiérarchiser et de formaliser les mécanismes physiques et biologiques en jeu. Les travaux à l'échelle moléculaire se focalisent sur les événements précoces, et en particulier sur l'identification des gènes déterminant la sensibilité mécanopercptive et ses régulations.

SurEau (Sureté hydraulique et résistance à la sécheresse des arbres)

Les modèles climatiques globaux prévoient une augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses avec des conséquences attendues sur les dépérissements forestiers. Mieux prédire ce risque est un enjeu majeur la gestion de ces écosystèmes.

Les recherches de l'équipe portent sur l'analyse des mécanismes de résistance et de survie des arbres aux sécheresses extrêmes. Elles sont centrées sur le mécanisme d'ascension de la sève dans l'arbre.

En effet, en situation de sécheresse, de bulles d'air envahissent le système vasculaire et provoquent la mort de l'arbre par embolie. Les espèces plus résistantes à ce risque d'embolie sont plus résistantes à la sécheresse. Les travaux actuels portent sur l'analyse et la modélisation de la dynamique d'induction de l'embolie et, ainsi, sur les marges de survie des arbres en sécheresse. L'équipe cherche aussi à caractériser la variabilité génétique et les capacités d'acclimatation des espèces à cette contrainte.

