

# Application BASTRI

## Fiches Equipes

### MACBES (SR0942UR)

Modélisation et commande de systèmes biologiques et écologiques  
BIOCORE (SR0444IR) □ MACBES

**Statut:** Décision signée

**Responsable :** Frederic Grognard

**Mots-clés de "A - Thèmes de recherche en Sciences du numérique - 2023" :** A6. Modélisation, simulation et contrôle , A6.1.1. Modélisation continue (EDP, EDO) , A6.1.4. Modélisation multiéchelle , A6.2.6. Optimisation , A6.3.4. Réduction de modèles , A6.4.1. Contrôle déterministe , A6.4.4. Stabilité et stabilisation , A6.4.6. Contrôle optimal , A8.7. Théorie des graphes , A8.11. Théorie des jeux

**Mots-clés de "B - Autres sciences et domaines d'application - 2023" :** B1.1.2. Biologie moléculaire et cellulaire , B1.1.7. Biologie computationnelle , B1.1.8. Biologie mathématique , B1.1.10. Biologie des systèmes et biologie synthétique , B2.4.1. Pharmacologie et toxicologie , B3.1. Développement durable , B3.5. Agronomie , B3.6. Ecologie

**Domaine :** Santé, biologie et planète numériques

**Thème :** Modélisation et commande pour le vivant

**Période :** 01/07/2023 -> 30/06/2027

**Dates d'évaluation :**

**Etablissement(s) de rattachement :** INRAE, CNRS, UCA

**Laboratoire(s) partenaire(s) :** ISA, IPMC (UMR 7275)

**CRI :** Centre Inria d'Université Côte d'Azur

**Localisation :** Centre Inria d'Université Côte d'Azur

**Code structure Inria :** 041172-0

**Numéro RNSR :** 202324425D

**N° de structure Inria:** SR0942UR

### Présentation

Macbes est l'une des deux équipes-projets faisant suite à l'équipe-projet Biocore.

Macbes est une équipe-projet commune entre [Inria](#), [INRAE](#), [CNRS](#) et [Université Côte d'Azur](#), associant des personnels scientifiques d'[Inria d'Université Côte d'Azur](#), de l'[Institut Sophia Agrobiotech](#) (ISA – UMR INRAE CNRS et Université Côte d'Azur, équipe [Modèles et Méthodes pour la Protection des Plantes](#)), et de l'[Institut de Pharmacologie Moléculaire et Cellulaire](#) (IPMC – UMR CNRS et Université Côte d'Azur).

La compréhension des dynamiques et la commande sont centrales dans des enjeux majeurs de la biologie et de l'écologie, au cœur de la santé humaine et environnementale. Avec la disponibilité croissante de séries chronologiques de données dans ces domaines et une meilleure compréhension des mécanismes biologiques fondamentaux, la construction de modèles est nécessaire pour appréhender pleinement ces dynamiques. L'objectif de Macbes est d'appliquer et de développer des méthodologies de la théorie du contrôle et de la biologie computationnelle à des applications spécifiques en biologie et en écologie : la protection et la gestion écologique des écosystèmes, tels que les agroécosystèmes, et la caractérisation et le déchiffrement des réponses des cellules de mammifères à leur environnement, en particulier l'effet des interactions de réseau et les développements de la biologie synthétique. Macbes a un accès privilégié aux données biologiques générées par les partenaires au sein de l'équipe-projet ce qui permet de développer les modèles les plus pertinents liés aux applications.

### Axes de recherche

Le programme de recherche est organisé autour de quatre axes qui utilisent des outils communs de la théorie du contrôle et de la biologie computationnelle, avec des modèles construits en équations différentielles ordinaires continues, des modèles impulsionsnels, des modèles discrets ou des modèles hybrides. La théorie du contrôle apporte des réponses aux questions liées à la nécessité de mesurer les variables du système, d'identifier les paramètres, de reconstruire

#### Contact

- **Responsable :** Frederic Grognard
- **Tél :** 04.92.38.78.72
- **Secrétariat Tél :** 04.92.38.50.70

#### En savoir plus

- Site de l'équipe
- Site sur [inria.fr](#)
- Derniers Rapports d'Activité : [2023](#)

#### Documents sur la structure

- [Intranet](#)
- [Privés](#)

#### Décisions

- [16293](#) (22/06/2023) : création

#### Localisation

- **Adresse postale :** Centre Inria d'Université Côte d'Azur 2004 Route des Lucioles - BP 93 06902 Sophia Antipolis cedex France
- **Coordonnées GPS :** 43.616, 7.068

les quantités non mesurées d'intérêt, de réguler et de contrôler le système vers un état désiré et d'optimiser le rendement d'un produit donné. En biologie computationnelle, nous utilisons les outils de l'écologie théorique et de la biologie évolutive pour fournir des réponses sur le devenir d'un système. Les quatre axes de recherche de MACBES sont les suivants :

- **Interactions en réseau pour la fonction et la croissance cellulaires.** Les cellules ont développé des voies de communication intracellulaires très sophistiquées pour permettre leur développement et leur croissance, sous l'effet de multiples stress et stimuli environnementaux (facteurs de croissance, hormones, différents types de médicaments, changements de température ou de lumière, etc.). Dans une vision modulaire d'un organisme biologique, chaque tâche est exécutée par un réseau ou module spécifique. Ces modules interagissent souvent les uns avec les autres, une tâche déclenchant la suivante dans une chaîne d'événements ou de phénomènes cycliques : cascades de réseaux de signalisation, interactions génétiques-métaboliques, comportement oscillatoire. L'un des plus grands défis à l'interface entre la biologie et les mathématiques est de déchiffrer et de reproduire le comportement complexe résultant de l'interconnexion de deux modules ou plus. La capacité à reproduire la complexité des réponses cellulaires conduira à une meilleure régulation vers des comportements sains.
- **Dynamique et contrôle pour la biologie synthétique.** La biologie synthétique vise à combiner des éléments issus à la fois de la biologie et de l'ingénierie pour construire des circuits cellulaires qui remplissent une fonction souhaitée ou induisent un type particulier de réponse. Il s'agit également d'une approche complémentaire de la biologie moléculaire (traditionnelle) : la création et l'assemblage de circuits cellulaires synthétiques à partir de composants biologiques de base (tels que l'ADN, les protéines ou les métabolites) pour former un "organisme entier" constituent une preuve de principe pour la compréhension des mécanismes des réseaux biologiques. Une question fondamentale en biologie synthétique est de savoir comment intégrer le nouveau circuit dans la machinerie de la cellule, sans perturber l'équilibre de l'allocation des ressources cellulaires. Pour résoudre ce problème, il est essentiel de comprendre l'allocation des ressources dans la cellule et l'interconnexion des oscillateurs cellulaires.
- **Modélisation des interactions agro-écologiques.** Les plantes expérimentent un large éventail d'interactions biotiques. Certaines sont bénéfiques pour la santé des plantes, comme dans le cas des pollinisateurs ou des organismes symbiotiques, tandis que d'autres sont préjudiciables, comme dans le cas des pathogènes ou des herbivores. La dynamique et le résultat de ces interactions dépendent des conditions écologiques, notamment des phénotypes des espèces en interaction, de leur physiologie et de l'environnement abiotique dans lequel les interactions ont lieu. Notre objectif est de développer des modèles pertinents pour plusieurs interactions biotiques impliquant des plantes et d'autres organismes, de l'échelle éco-physiologique et l'interaction directe entre les plantes et leurs partenaires, jusqu'aux interactions écologiques entre les populations et les communautés vivant dans les champs de culture.
- **Conception et commande des écosystèmes gérés.** Dans plusieurs contextes, tels que les bioréacteurs dans l'industrie ou les systèmes de culture dans l'agriculture, il peut être souhaitable de créer un écosystème qui n'existe pas tel quel dans la nature. Le fait de réunir des espèces qui ont des comportements mutualistes, dont la synergie permet d'obtenir un résultat souhaité, ou qui se protègent mutuellement, peut améliorer le fonctionnement de l'écosystème qui en résulte. Sans aller jusqu'à concevoir un écosystème de novo, il peut également être nécessaire de prendre des mesures de contrôle pour améliorer le fonctionnement d'un écosystème existant ou pour rétablir un écosystème dégradé dans un état antérieur souhaitable. L'exploitation de communautés microbiennes naturelles ou synthétiques pour l'accomplissement de processus d'intérêt est recherchée dans une vaste gamme de scénarios, depuis les applications établies dans les industries biotechnologiques et pharmaceutiques, jusqu'aux applications innovantes en médecine et en sciences de l'environnement. Les écosystèmes gérés à grande échelle peuvent simplement être des écosystèmes naturels dans lesquels on souhaite réintroduire ou maintenir des espèces menacées, mais il peut également s'agir d'écosystèmes exploités tels que des forêts, des champs agricoles, des piscicultures, etc. MACBES met l'accent sur le développement de méthodes de lutte contre les parasites et les pathogènes dans les agroécosystèmes.

## Relations industrielles et internationales

### Partenaires socio-économiques

- Exactcure
- CTIFL
- La biotech Cellemax, en création.

### Academic partners

- Institut de Biologie de Valrose, [Delaunay team](#), Université Côte d'Azur
- Équipes-projets Inria: [MICROCOSME](#), [PLEIADE](#), [McTAO](#), [ABS](#), ...
- Unités de recherche INRAE: [MaiAGE](#), [BioSP](#), [IAM](#), [IGEPP](#), [SAVE](#), [CBGP](#), ...
- [University of Toronto](#), [Montana State University](#), [University of Edinburgh](#),...
- Universités au Cameroun via l'équipe associée [EPITAG](#).

