

# COSMO

## communication, spécification et modèles

Laboratoire IBISC EA 4526  
université d'Évry/Paris-Saclay



L'équipe COSMO étudie les propriétés fondamentales des systèmes informatiques et biologiques et, plus généralement, le comportement de systèmes dynamiques réactifs, décentralisés et ouverts. Dans ce cadre, elle s'intéresse à la spécification et à l'analyse de ces systèmes, ainsi qu'à leur conception.

L'équipe COSMO se caractérise par une **continuité entre les recherches fondamentales et appliquées**, avec des avancées théoriques significatives, des développements méthodologiques, la production d'outils logiciels, des applications à des problèmes réels, jusqu'à la création de liens industriels. Deux *orientations* structurent la recherche au sein de l'équipe :

- une motivée par une problématique applicative axée sur les problèmes de société (médecine personnalisée, véhicule du futur, Internet du futur, ...) et pour lesquels la définition de nouveaux cadres théoriques ou méthodologiques est nécessaire ;
- des travaux ancrés sur une théorie constituant le « cœur de compétence » de COSMO qui peuvent avoir des retombées dans la première orientation et y trouver leur application.

Cette double orientation favorise la production d'outils logiciels et méthodologiques, à la fois pour permettre l'application et comme validation de la théorie.

### Modélisation et analyse formelles motivées par les applications

Pour cette orientation, l'équipe étudie comment définir des cadres théoriques pour des enjeux sociétaux prioritaires.

- **médecine des réseaux** : en utilisant des principes de controllabilité appliqués aux modèles de réseaux biologiques, nous explorons des cadres théoriques et logiciels afin de prédire des cibles thérapeutiques et fournir une explication causales aux maladies complexes ;
- **véhicule autonome et communicants** : nous proposons une modélisation originale, *scalable* et paramétrique en automates temporisés et également un modèle de simulation multi-agent, les deux permettant d'évaluer les aspects de sécurité, de fluidité et de confort de diverses politiques de décision ;
- **Internet du futur** : nous développons plusieurs approches pour modéliser ces problèmes de manière à relaxer certaines contraintes par une meilleure compréhension des spécificités de ces technologies et de leur utilisation.

- ▷ responsable :  
Franck Delaplace
- ▷ co-responsable :  
Serena Cerrito
- ▷ 5 professeurs des universités
- ▷ 5 maîtres de conférences  
dont 2 HDRs
- ▷ 6 doctorants

#### — projets —

- ▷ **SVEDAS**  
ANR JCJC 2017–2019  
modélisation et vérification des systèmes sensibles aux données
- ▷ **SYNBIOTIC**  
ANR blanc 2010–2014  
synthèse d'organismes biologiques en utilisant les techniques de l'informatique comme la compilation

#### — logiciels —

- ▷ bibliothèque **ActONetLib** :  
inférence de cibles thérapeutiques en médecine de précision
- ▷ projet **eCo-FEV** : calcul de consignes de navigation sûres pour véhicules autonomes électriques
- ▷ plateforme **MOST** :  
orchestration complexe de services virtualisés dans une infrastructure de cloud computing fédérée
- ▷ **SNAKES** : bibliothèque très générale de manipulation de réseaux de Petri de toutes sortes

## Développements théoriques

Dans cette orientation, nous développons des éléments théoriques et des outils au cœur des méthodes formelles qui rejoignent sur certains points l'orientation appliquée précédente.

- nous développons le **langage de spécification MIRELA** adapté à des architectures composées d'un grand nombre de composants (capteurs, effecteurs) interagissant en temps-réel, avec une sémantique en termes d'automates temporisés et une méthodologie d'analyse originale ;
- de longue date, des membres de l'équipe développent les **algèbres de réseaux de Petri colorés** (des réseaux de Petri dont des annotations particulières permettent la composition à la manière des termes dans les algèbres de processus) et en sont reconnus comme les principaux experts au niveau international. Nous enrichissons le formalisme et développons régulièrement de nouvelles applications ;
- les **logiques modales pour la spécification et la vérification des systèmes multi-agents (SMA)** constituent une autre problématique adressée par l'équipe. Nous avons proposé la première méthode de décision pour la satisfiabilité de  $ATL^*$  fondée sur les tableaux, complétée par un algorithme de minimisation de modèles par rapport à la bisimulation. Sur l'application des logiques modales au model-checking de SMA nous avons obtenu des résultats de décidabilité pour des systèmes multi-agents avec communications et actions publiques (*broadcasting systems*, jeux de tables, jeux de cartes), ainsi que sur la vérification de propriétés de sécurité (*anonymity, coercion-freeness*) dans des protocoles de vote électronique.

## Projet

Les thèmes scientifiques de l'équipe COSMO possèdent une maturité qui fonde son développement sur **un cercle vertueux entre applications, théorie, et outils**. Ce mode de fonctionnement a porté ses fruits et nous comptons **continuer à le promouvoir** en encourageant les collaborations à travers des soumissions de projets, et réunions internes.

Au delà de la dynamique interne de l'équipe, les enjeux des prochaines années porteront surtout sur son positionnement au sein de Paris-Saclay dans la perspective collective au site de **dynamiser un pôle de recherche en méthodes formelles**.

## — Collaborations —

- ▷ Institut Curie
- ▷ Institut Pasteur
- ▷ projet PSay-CompBio (Paris-Saclay)
- ▷ GT BLOSS
- ▷ IRT/SystemX
- ▷ Renault
- ▷ Hitachi
- ▷ CEA
- ▷ LSV (ENS Paris-Saclay)
- ▷ MeFoSyLoMa (GT francilien)
- ▷ Valentin Goranko (Stockholm)
- ▷ Maciej Koutny (Newcastle)
- ▷ Raymond Devillers (Bruxelles)
- ▷ Marta Cialdea Mayer (Rome)
- ▷ Bozena Wozna-Szczesniak (Czestochowa)
- ▷ Benjamin Moszkowski (Newcastle)
- ▷ Alessio Lumuscio (Londres)
- ▷ Wiebe van der Hoek (Liverpool)
- ▷ Aniello Murano (Naples)