Proposition de stage de master 2

# Aide à la conception de systèmes multi-agents par la preuve formelle

Contact : Gaële Simon (gaele.simon@unicaen.fr)

Démarrage en février ou mars 2023

**Mots-clés :** Systèmes multi-agents, Preuve de théorèmes, Vérification

## Modalités de candidature

Ce stage de recherche indemnisé à la gratification standard (environ 550 euros par mois) sera réalisé au sein de l'équipe MAD du laboratoire GREYC (Université de Caen Normandie, campus Côte de Nacre ; https://www.greyc.fr/equipes/mad/) à partir de février et août 2023 ; la date de démarrage et la durée sont flexibles.

Les candidatures sont à transmettre par courrier électronique à Gaële Simon (mailto:gaele.simon@unicaen.fr), et doivent obligatoirement comporter

- un CV,
- les relevés de notes depuis le baccalauréat, y compris pour l'année en cours, dans la mesure du possible,
- une lettre de motivation.

D'autres éléments (rapport de projet ou de stage précédent, lettres de recommandation, etc.) peuvent être joints.

Une poursuite en thèse (automne 2023–automne 2026) sera envisageable, sur candidature au printemps, en fonction du travail réalisé et des qualités montrées pendant le début du stage.

Les candidatures au stage seront évaluées **au fil de l'eau**. Le plus tôt sera le mieux, en particulier pour préparer une candidature à la poursuite en thèse.

## Sujet

Ce stage de Master 2 se place dans le cadre de l'aide à la conception de systèmes multi-agents (SMA) par la preuve. L'objectif général des travaux envisagés dans cet axe de recherche est de proposer des outils pour aider le concepteur d'un SMA à spécifier le comportement des agents individuels ainsi que leurs interactions afin d'obtenir les propriétés désirées pour le SMA dans son ensemble (réalisation de buts, propriétés de sécurité, etc.). Pour cela, nous proposons une approche basée sur la preuve logique, par laquelle une spécification formelle de ces propriétés désirées est démontrée automatiquement à partir des spécifications du comportment des agents et de leurs interactions. Nous nous intéressons

ici particulièrement à l'aide à la conception en tirant parti des échecs de ces démonstrations. Plus précisément, il s'agit de permettre au concepteur de spécifier un premier modèle, d'essayer de le prouver formellement puis, lorsque la preuve échoue, de revenir sur la spécification des comportements et/ou des propriétés en utilisant les raisons de l'échec. Dans cet axe de recherche, cette approche peut s'inscrire dans une boucle, permettant la spécification incrémentale.

Pour ce stage, afin de rendre ces travaux concrets, nous utiliserons l'approche développée dans l'équipe MAD et nommée GDT4MAS [4]. Cette approche propose : (1) un langage formel pour spécifier le comportement d'agents individuels (sous la forme d'une décomposition de comportements en sous-comportements) ; (2) l'utilisation de la logique des prédicats pour spécifier les propriétés désirées pour le SMA ; et (3) la génération automatique d'obligations de preuves, c'est-à-dire de formules logiques qui, si elles sont prouvées, valident formellement que le comportement spécifié garantit les propriétés attendues. Une plateforme logicielle a été développée pour mettre en oeuvre tous ces aspects. Elle s'appuie notamment sur des prouveurs logiques externes (en pratique, le prouveur de théorèmes généraliste PVS [3]).

Le stage consistera tout d'abord à spécifier dans la plateforme un ou plusieurs cas d'études, qui permettront par la suite d'étudier expérimentalement les idées proposées pour l'exploitation des échecs de preuve. On pourra envisager en particulier le cas d'étude « Robots sur Mars » proposé par Bordini *et al.* [1] dans des travaux antérieurs. Ces spécifications permettront de vérifier dans quelle mesure la plateforme et le prouveur PVS permettent effectivement d'obtenir la preuve des systèmes, et de proposer des modifications le cas échéant. Dans un deuxième temps, il s'agira d'étudier comment il est possible de « traduire » les obligations générées par le système en obligations de preuve interprétables par d'autres prouveurs, comme COQ [2] ou Isabelle [5]. En effet, afin d'analyser plus finement les échecs de preuve, il peut être utile de faire appel à différents prouveurs. Cela peut permettre par exemple de détecter des échecs de preuve liés à une stratégie de preuve inadaptée dans un prouveur particulier. Enfin, il s'agira, sur quelques cas particuliers bien choisis, de proposer de premières pistes pour une approche générale de prise en compte des échecs de preuve pour l'aide à la spécification, ce qui permettra d'amorcer le travail d'une éventuelle poursuite en thèse de doctorat.

## Références


[1] R. Bordini, M. Fisher, W. Visser, and M. Wooldridge. Verifiable multi-agent programs. In *1st International Workshop on Programming Multi-Agent Systems*, pages 72–89, 2003.

[2] INRIA. COQ. `https://coq.inria.fr/`.

[3] SRI International. PVS. `https://pvs.csl.sri.com/`.

[4] B. Mermet and G. Simon. GDT4MAS : An extension of the GDT model to specify and to verify multiagent systems. In *8th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems*, pages 505–512, 2009.

[5] University of Cambridge. Isabelle. `https://isabelle.in.tum.de/`.