

# Co-simulation ensembliste et garantie

Stage Master 2, 2018–2019

---

**Thème:** Analyse numérique, Intégration ODE et EDP, Mathématiques ensemblistes, Analyse intervalle

**Laboratoire:** U2IS, ENSTA ParisTech

**Adresse:** 828 boulevard des maréchaux 91762 Palaiseau Cedex

**Encadrants:** Julien Alexandre dit Sandretto Alexandre Chapoutot  
julien.alexandre-dit-sandretto@ensta-paristech.fr  
alexandre.chapoutot@ensta-paristech.fr

**Durée:** 6 mois

**Rémunération:** suivant la législation en vigueur (environ 550 euros).

---

**Contexte.** L'utilisation de la simulation dans les phases amonts de la conception de systèmes complexes est devenue primordiale pour s'assurer de la qualité du choix de la solution proposée. Cependant, il faut être capable de prendre en compte une hétérogénéité de modèles souvent associée à différentes vues d'une solution. Par exemple, la vue mécanique est décrite par des équations aux dérivées partielles (EDP), alors que la vue contrôle est définie en langage à flots de données tel que Matlab/Simulink ou Modelica/Dymola. Il est alors nécessaire de coupler ces modèles afin d'avoir une vision globale des qualités de la solution envisagée.

Une méthode standard pour coupler des simulateurs numériques se fonde sur un modèle de simulation distribuée à événement discret. Par exemple, le modèle HLA (High-Level Architecture<sup>1</sup>) définit une infrastructure standardisée pour la simulation distribuée à événement discret. Le défi d'une simulation performante réside dans les mécanismes de synchronisation qui sont nécessaires pour l'échange de données dans le cas de modèles couplés.

Récemment, une méthode fondée sur la simulation ensembliste [1] a été développée pour propager des incertitudes bornées lors de la résolution d'équations différentielles avec potentiellement des discontinuités. L'avantage de cette méthode par rapport à la simulation numérique standard est sa capacité à explorer un espace de comportements plus important. De plus, la prise en compte d'incertitudes

permet de considérer des modèles exprimés sous forme simplifiée (e.g., équations algèbro-différentielles) mais ne perdant pas d'information par rapport à un modèle plus précis (e.g., des EDP) en prenant en compte des incertitudes bornées (pouvant borner des non linéarités).

Le sujet de cette thèse est d'étendre la simulation ensembliste dans le cadre de la simulation distribuée à événement discret. L'objectif est de permettre un couplage performant de simulateurs ensemblistes. Pour ce travail, une extension de la simulation ensembliste aux EDP pourra être définie. Une extension ensembliste de la méthode des différences finies pour EDP sera la principale piste de travail (c.f. méthodes des lignes<sup>2</sup>).

**Travail à réaliser.** L'objectif du stage consiste à :

- Réaliser un état de l'art,
- Définir un exemple réaliste,
- Définir le théorème nécessaire,
- Implanter la méthode choisie.

**Profil et candidature.** Le/la candidat(e) devra avoir de solides bases en mathématiques (calcul numérique), savoir programmer en C++, faire preuve de motivation et d'autonomie.

Le candidat devra soumettre par courrier électronique les documents suivants:

- une lettre de motivation;
- un curriculum vitæ;
- une copie des diplômes et des relevés de notes de licence et master.

## Bibliographie

- [1] J. Alexandre dit Sandretto and A. Chapoutot, Validated Explicit and Implicit Runge-Kutta Methods, Reliable Computing electronic edition, vol. 22, 2016.

---

<sup>1</sup>[http://fr.wikipedia.org/wiki/High\\_Level\\_Architecture](http://fr.wikipedia.org/wiki/High_Level_Architecture)

<sup>2</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/Method\\_of\\_lines](http://en.wikipedia.org/wiki/Method_of_lines)