

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DTIS-2024-16**  
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DTIS/S2IM

Tél. : 01 80 38 66 87

Responsable(s) du stage : Mathieu Flament

Email : mathieu.flament@onera.fr

### DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Ingénierie des systèmes et logiciels

Type de stage :  Fin d'études bac+5  Master 2  Bac+2 à bac+4  Autres

#### Intitulé : Vers l'utilisation du formalisme DEVS dans un simulateur technico-opérationnel

Sujet : L'ONERA dispose avec l'infrastructure de simulation technico-opérationnel BLADE [1] d'un outil d'évaluation des performances de systèmes aéronautiques. Ce simulateur, développé au sein du département Traitement de l'Information et Systèmes de l'ONERA, permet d'immerger des systèmes au sein d'environnements réalistes afin d'étudier leurs capacités. Aujourd'hui, avec le moteur de simulation de BLADE, les modèles physiques sont le plus souvent simulés avec un formalisme de type DTSS (Discrete Time System Specifications), c'est-à-dire que les états des systèmes sont mis à jour à chaque pas de temps en utilisant l'état des systèmes au pas de temps précédents. Le formalisme DEVS introduit par Zeigler en 1976 [2] décrit l'évolution des systèmes et leurs interactions à l'aide d'évènements, et non plus par une discrétisation du temps. L'idée pour un simulateur de type DEVS est alors d'avancer la simulation d'évènement en évènement (et non plus d'un instant  $t$  à  $t+1$ ) en mettant à jour l'état des systèmes concernés par l'évènement traité. Il a été démontré qu'un grand nombre de formalismes de simulation classiques (notamment les systèmes à temps discrets ou à temps continus) pouvaient être mis sous la forme de modèles exprimés dans le formalisme DEVS [2]. L'intérêt du formalisme DEVS est alors de proposer une interface commune à tous les composants d'une simulation, ce qui facilite leur interopérabilité et permet l'utilisation d'algorithmes d'ordonnancement génériques.

Ce stage s'inscrit dans la continuité de trois précédents stages effectués en 2020, 2021 et 2023, au cours desquels plusieurs algorithmes d'intégration numérique pour les systèmes continus ont été implémentés dans le formalisme DEVS, en utilisant un moteur de simulation DEVS open source pré-existant : les méthodes classiques (Euler, Heun, Runge-Kutta) et des méthodes spécifiquement développées dans le cadre du formalisme DEVS (Quantized State Systems ou QSS [3]). Un premier exemple applicatif a été développé : une simulation de la dynamique du vol longitudinale d'un avion et de son autopilote associé. Elle a permis de comparer les performances des différentes méthodes dans un cadre commun [4].

En 2023 a été initié l'implémentation (en C++/Python) d'un moteur de simulation DEVS dans les futurs outils de simulation technico-opérationnelle. Sur cette base, le présent stage devra poursuivre cette phase de codage et d'implémentation des fonctionnalités du moteur, et ensuite de valider son fonctionnement sur un exemple concret de système aéronautique. Le stage abordera les différentes phases de développement de modules logiciels : implémenter les interfaces et les fonctionnalités, définir et réaliser les tests, rédiger la documentation associée.

[1] <https://www.onera.fr/pepites/des-moyens-de-simulation-adaptés-pour-affronter-une-complexité-croissante>

[2] B.P. Zeigler, T.G. Kim, H. Praehofer, Theory of Modeling and Simulation: Integrating Discrete Event and Continuous Complex Dynamic Systems, Academic Press, 2000.

[3] Kofman, E., Junco, S., 2001. Quantized state systems. A DEVS approach for continuous system simulation. Transactions of SCS 18 (3), 123–132

[4] Mathieu Flament, William Boitier, Julien Floquet. Continuous System Integration in DEVS Formalism.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? **Non**

**Méthodes à mettre en oeuvre :**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique            | <input checked="" type="checkbox"/> Travail de synthèse             |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input checked="" type="checkbox"/> Travail de documentation        |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale        | <input checked="" type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : **Non**

**Durée du stage :** Minimum : 4 mois Maximum : 5 mois

Période souhaitée : Février 2024 à septembre 2024

**PROFIL DU STAGIAIRE**

Connaissances et niveau requis :

Bonnes connaissances en programmation orienté objet

Connaissance du langage C++

Connaissance en modélisation de systèmes et simulation, analyse numérique

Ecoles ou établissements souhaités :

Ecole d'informatique (ou généraliste avec spécialisation informatique), Master 2 d'informatique