

## **Institut Farman FR 3311 : appel à projets AAP 2016**

### **Proposition de projet Farman – Volet scientifique**

#### **Projet ProceSim**

-

#### **Bibliothèque Modelica pour le traitement des eaux**

#### **Laboratoire CMLA**

**Intitulé du projet (acronyme ou autre) :** MODEAU

**Titre explicite :** Bibliothèque Modelica pour le traitement des eaux

**Version :** Industrielle

**Responsables scientifiques :**

CMLA :

Jean-Michel Ghidaglia

0147407429

[jmg@cmla.ens-cachan.fr](mailto:jmg@cmla.ens-cachan.fr)

Eurobios :

Joris Costes

0149085763

[joris.costes@eurobios.com](mailto:joris.costes@eurobios.com)

**Durée du projet :** 12 mois

**Membres pressentis de l'équipe-projet :**

Jean-Michel Ghidaglia, Professeur, CMLA

Stagiaire, Stage à pourvoir au CMLA

Joris Costes, Responsable technique, Eurobios

Jean-Philippe Saut, Ingénieur R&D, Eurobios.

**Résumé du projet :**

Le traitement des déchets, et plus particulièrement des eaux usées, constitue un défi auquel les industriels spécialistes du domaine font face depuis plusieurs années. Dans le contexte actuel de développement des normes environnementales et d'optimisation de l'utilisation des ressources, les enjeux liés à cette problématique sont amenés à prendre une importance capitale dans les années à venir. Les outils de simulation actuellement utilisés par les industriels pour dimensionner leurs installations (Aspen

Plus, Chem Cad, gProms) reposent sur la modélisation des procédés industriels. Afin de disposer d' une vision holistique de leurs installations, il apparaît primordial pour les industriels de disposer d' un outil de simulation permettant une évaluation globale de la performance de leurs usines, en évaluant par exemple les consommations énergétiques et les coûts de production au sein d' une solution intégrée. L' approche multi-physique qui est naturellement mise en œuvre à l' aide du langage Modelica peut permettre de développer cette seconde approche, c' est pourquoi dans le cadre de cet appel à projets Farman, nous proposons de débiter le développement d' une bibliothèque de composants pour la simulation du traitement des eaux usées avec le langage Modelica.

## Description scientifique du projet

L' utilisation d' outils permettant de modéliser le comportement d' une installation dès le début de la phase de conception offre la possibilité de valider très tôt sa conformité à certaines spécifications. Elle permet également d' évaluer son niveau de performances dans le but de faire rapidement les bons choix d' architecture. Cette modélisation très en amont dans le processus de développement repose sur un niveau de détail adapté à la simulation d' un système complexe, comportant potentiellement des éléments aux spécifications encore incomplètes. Ce niveau de détail est caractéristique de la simulation au niveau système. Cette pratique est devenue courante dans certains secteurs tels que l' industrie automobile ou celui de la production d' énergie dans les centrales électriques. Parmi les outils qui tendent à s' imposer comme des standards du domaine, on note la forte présence de langages de simulation à l' image de Modelica, langage de simulation ouvert développé depuis 1997 par la *Modelica Association*, un groupe de travail international composé d' une vingtaine de partenaires institutionnels (Ansys, Dassault Systèmes, DLR, Maplesoft, Palo Alto Research Center...) ainsi que d' une centaine de membres individuels issus de l' industrie (EDF, Siemens, BMW, ABB, Atlas Copco...) et de la recherche publique (Université de Bielefeld, Politecnico di Milano, Université technique de Berlin, INRIA...). De nombreux logiciels sont disponibles pour simuler des modèles Modelica comme Dymola (Dassault Systèmes), Maplesim (Maplesoft) ou SystemModeler (Wolfram), dont certains sont gratuits et open-source (OpenModelica, JModelica).

La description de modèles en langage Modelica se fait à partir de systèmes d' équations différentielles et d' équations algébriques, qui sont d' abord manipulées et ensuite résolues numériquement par des logiciels de simulation, dont le principal objectif est de fournir en sortie l' évolution temporelle des grandeurs d' intérêt. L' utilisation de Modelica permet d' assembler de manière intuitive des modèles de base pour construire des modèles plus complexes, pouvant résulter de l' association de dizaines voire de centaines de modèles. Cet assemblage se fait graphiquement grâce à une interface utilisateur prévue à cet effet.

D' autres aspects, comme la modélisation des coûts opérationnels ou encore des pannes de composants peuvent être inclus dans ce type d' approche. La prise en compte de ce type de modèles peut par exemple se faire en utilisant d' autres langages de programmation (Scilab, Python), mieux adaptés à ce type d' approche que Modelica, et pouvant interagir avec la simulation physique réalisée en Modelica comme proposé dans [1] et [2].

L' objet de ce projet Farman est d' initier le développement d' une bibliothèque de modèles pour la simulation au niveau système en génie des procédés et plus particulièrement en traitement des eaux usées. On souhaite ainsi poser les bases d' une bibliothèque formalisée de composants Modelica pour des applications industrielles d' avenir telles que le traitement des boues en s' intéressant à des problématiques très répandues dans le domaine du génie des procédés tels que la modélisation de processus de broyage, de flottation ou encore de séparation qui mettent en œuvre des traitements

mécaniques et biologiques complexes. L'approche système consiste à considérer la chaîne de traitement dans son ensemble, de façon à comprendre son comportement global, sans négliger d'éventuelles dépendances entre ses différents composants.

Dans un premier temps, il sera nécessaire d'identifier les besoins en modélisation tout en restant à un niveau de détails compatible avec les exigences de la simulation au niveau système (en s'appuyant par exemple sur l'utilisation de modèles 0D et 1D). Une fois les phénomènes physiques identifiés, tous les modèles et composants devront être caractérisés par un certain nombre de paramètres et de grandeurs à calculer. La mise en œuvre de cas tests proposés permettra de tester les modèles développés sur des exemples pertinents ainsi que l'approche générale mise en œuvre.

L'utilisation de Modelica dans le contexte du génie des procédés est innovante et prometteuse. En effet, assez peu de travaux de recherche ont été menés dans cette direction, à titre d'exemple, on peut mentionner les travaux présentés dans [3].

Il s'agira d'abord de rechercher dans la littérature les modèles physiques ou phénoménologiques permettant de rendre compte des mécanismes concernés et ensuite de mettre en œuvre ces modèles au sein d'un outil de simulation.

Aux diverses étapes, un approfondissement (accès à des travaux de recherche difficilement accessibles) et un élargissement (analyse d'études provenant d'autres domaines d'application) de la littérature et la sélection des acteurs existants sont nécessaires.

[1] On the Simulation of Offshore Oil Facilities at the System Level, J. Costes, J.-M. Ghidaglia, Ph. Muguerra, K. Lund Nielsen, X. Riou, J.-Ph. Saut, N. Vayatis, *Proceedings of the 10th International Modelica Conference*, March 10-12, 2014, Lund, Sweden.

[2] A New Framework for the Simulation of Offshore Oil Facilities at the System Level, M. Bonnissel, J. Costes, J.-M. Ghidaglia, Ph. Muguerra, K. Lund Nielsen, B. Poirson, X. Riou, J.-Ph. Saut, N. Vayatis, *Complex Systems Design & Management, Proceedings of the Fifth International Conference on Complex Systems Design & Management CSD&M 2014*, pp 45-57, Springer International Publishing.

[2] Modelling of a Chemical Reactor for Simulation of a Methanisation Plant, A. Bader, S. Bauersfeld, C. Brunhuber, R. Pardemann, B. Meyer, *Proceedings of the 8th International Modelica Conference*, March 20-22, 2011, Dresden, Germany

### **Originalité du projet**

L'originalité du projet réside dans le développement d'une approche holistique et multi-physique dans le contexte de la modélisation en génie des procédés. Par ailleurs, l'autre nouveauté concerne l'utilisation du langage Modelica pour ce type d'applications. En effet, si Modelica est largement utilisé dans les industries automobiles et aéronautiques, ou encore pour la modélisation de la production électrique, il est encore peu utilisé en génie des procédés.

### **Valeur ajoutée des différents partenaires à la réalisation du projet**

Le CMLA apportera sa connaissance en modélisation et simulation numérique pour la mécanique des fluides industrielle.

Eurobios fera bénéficier le projet de sa connaissance du langage Modelica et de son expérience dans le domaine de l'ingénierie des systèmes.

**Publication du projet scientifique sur site web Farman**

Acceptez-vous la publication de ce projet scientifique sur le site web Farman ?

Oui