



Rungis, le 22 septembre 2021

## **EMPHYSIS : le chaînon manquant entre simulation numérique et logiciel embarqué**

*Le projet de recherche EMPHYSIS, dirigé par Bosch, a permis d'élaborer le nouveau standard « eFMI » pour les échanges de modèles afin d'accélérer le développement de logiciels embarqués basés sur des modèles. Ce projet collaboratif international a reçu le prix d'excellence ITEA le 15 septembre dernier pour cette réalisation unique. Il rassemble 25 partenaires industriels et universitaires de différents domaines (de l'automobile aux technologies de l'information...) situés en Belgique, au Canada, en France, en Allemagne et en Suède.*

### **Un meilleur code avec moins d'effort grâce à “efmi”, la nouvelle norme d'échange de modèles pour les dispositifs embarqués**

Lors du développement d'une nouvelle fonctionnalité, de nombreux ingénieurs apprennent à leurs dépens que leurs connaissances pointues de la physique de leurs produits sont, de loin, insuffisantes pour développer une fonctionnalité pour une application embarquée, en raison des exigences des logiciels de sécurité, de la faible puissance du processeur et d'une mémoire moins importante que prévu. Bien que cette excellente idée initiale, jamais réalisée, permette de faire fonctionner et de contrôler leur produit de manière beaucoup plus intelligente, cela révèle en même temps la nécessité d'un lien entre la simulation numérique des processus physiques et les logiciels embarqués.

L'objectif du projet EMPHYSIS (*Embedded Systems with Physical Models in the Production Code Software*), dirigé par Bosch, était de proposer conjointement un nouveau standard ouvert qui constitue les bases du développement de nouveaux outils innovants. Ceci permet de réaliser des fonctions basées sur des modèles directement dans un logiciel embarqué avec un meilleur code et moins d'efforts. Ainsi, le projet a repris l'idée du standard d'échange de modèles FMI (*Functional Mock-up Interface*) très populaire pour la simulation afin de développer des FMI pour les systèmes embarqués, le nouveau "standard eFMI". Il en ressort une grande variété d'approches avancées basées sur des modèles pour le contrôle et le diagnostic, comme la résolution d'un ensemble d'équations différentielles pour calculer un signal au lieu de le mesurer via un capteur. En remplaçant un capteur matériel par un logiciel, on réduit ainsi considérablement le coût total.

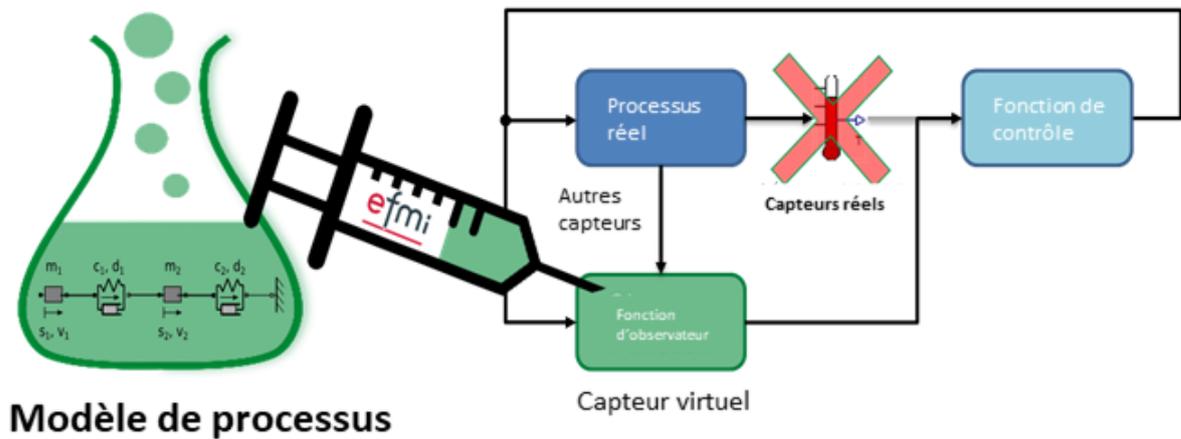


Figure 1 : Le modèle mathématique d'un processus physique devient partie intégrante du logiciel pour remplacer un capteur réel par un capteur virtuel

*« Le projet EMPHYSIS a obtenu plusieurs résultats remarquables tels que la génération automatique de code efficace pour les dispositifs embarqués. Il démontre la capacité des projets de recherche collaboratifs à favoriser l'adoption de nouveaux standards et de générer des gains de productivité importants pour l'industrie. »*

– Jean-François Lavignon, Vice-président d'ITEA

## Détails techniques et avantages

D'un point de vue technique, l'eFMI innove car il fournit un format intermédiaire indépendant de l'application, défini par un nouveau langage, le Guarded Algorithmic Language for Embedded Control : GALEC. Ce nouveau langage de programmation permet de garantir qu'un algorithme décrit dans ce langage peut être traduit en un code qui a :

- Un temps d'exécution statique dans le pire des cas ;
- Une demande de mémoire statique a priori connue ; et
- Une absence statiquement prouvée d'accès illégal à la mémoire.

En d'autres termes : un code qui satisfait les exigences strictes des logiciels embarqués critiques pour la sécurité automobile, le rendant également applicable à de nombreux domaines moins restreints comme la robotique, les applications industrielles et les biens de consommation.

Grâce à eFMI et GALEC, il est désormais possible de capturer le contenu computationnel d'un modèle sous une forme indépendante de la cible qui constitue une base solide pour tout générateur de code afin de produire un code hautement optimisé pour des environnements d'exécution et des architectures logicielles arbitraires. Tout cela est intégré dans une architecture de conteneur traçable, extensible et vérifiable qui va bien au-delà d'un simple format d'échange.

Le flux de travail eFMI permet aux développeurs de modéliser un système à un niveau d'abstraction supérieur, en commençant par un modèle réutilisable, de haut niveau, orienté composants et physiquement structuré. Le kit d'outils transforme ensuite automatiquement ce modèle en une solution qui peut être mieux intégrée dans le logiciel.

Les principaux avantages de cette solution et du flux de travail eFMI associé sont :

- L'accélération du temps de développement,
- Une meilleure utilisation des experts du domaine en séparant les préoccupations de la modélisation physique et de l'implémentation embarquée,
- La suppression de la dépendance vis-à-vis des fournisseurs grâce à la publication d'eFMI en tant que standard ouvert sur GitHub,
- La création de nouveaux modes de collaborations entre équipementiers et fournisseurs.

## Succès continu

Un comité consultatif d'équipementiers a été mis en place pour recueillir des exigences, des contributions et des cas d'utilisation supplémentaires et pour diffuser les résultats du projet, afin de garantir l'adoption et les innovations futures dans de nouveaux domaines.

Le 22 mars 2021, juste après la fin du projet, l'association à but non-lucratif Modelica a officiellement approuvé un nouveau projet sous son égide pour développer, standardiser et promouvoir l'eFMI. Avec Robert Bosch GmbH, Dassault Systèmes, DLR Institute of System Dynamics and Control, dSPACE, ESI Group, ETAS GmbH et Modelon AB comme membres initiaux du comité directeur et Mercedes-Benz AG ayant récemment rejoint le comité, la première version officielle d'eFMI 1.0 est prévue courant 2021. Ayant développé 14 outils au sein d'EMPHYSIS, eFMI dispose déjà d'une base large avant même son lancement officiel.

*« Ce qui nous rend fiers en tant qu'équipe est le fait que ce succès a été reconnu non seulement par nos partenaires commerciaux et le conseil consultatif des équipementiers représentant la voix du client, mais aussi par l'organisation ITEA. »*

– Oliver Lenord, Ingénieur de recherche au département Model-based Systems Engineering chez Robert Bosch

Pour la société dans son ensemble, le logiciel amélioré proposé par EMPHYSIS se traduit par des véhicules plus sûrs et plus efficaces, capables de répondre aux exigences des clients et de contribuer à résoudre les problèmes climatiques à plus long terme. Pour le moment, cependant, le message du projet est clair : en tirant pleinement parti d'un langage de modélisation basé sur des équations, orienté vers les

composants et doté d'une bonne bibliothèque, il est possible de réaliser des gains de productivité de 90 % dans le développement de fonctionnalités basées sur des modèles.

Pour toutes demandes d'interview, les questions et les informations supplémentaires sur ITEA et EMPHYSIS, veuillez contacter :

### **EMPHYSIS**

Oliver Lenord, Robert Bosch GmbH – Project leader  
[Oliver.Lenord@de.bosch.com](mailto:Oliver.Lenord@de.bosch.com)

### **ITEA**

Linda van den Borne-Toupet  
[linda.van.den.borne@itea4.org](mailto:linda.van.den.borne@itea4.org)

## **Partenaires du projet EMPHYSIS**

### **Belgique**

- Dana Belgium
- Siemens Industry Software NV
- University of Antwerp NEXOR

### **Canada**

- Maplesoft

### **France**

- CEA
- Dassault Systemes SE
- FH Electronics
- Institut Polytechnique de Grenoble
- OSE Engineering
- Renault SAS
- Siemens Industry Software SAS
- SOBEN

### **Allemagne**

- AbsInt Angewandte Informatik GmbH
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) System Dynamics and Control
- dSPACE GmbH
- Elektronische Fahrwerksysteme GmbH
- ESI ITI GmbH, part of ESI Group
- ETAS GmbH
- PIKETEC
- Robert Bosch GmbH

### **Suède**

- Dassault Systèmes AB
- Linköping University
- Modelon AB
- RISE - Research institutes of Sweden SICS East
- Volvo Personvagnar AB

## **A propos d'ITEA**

ITEA est le partenaire Eureka pour l'innovation logicielle, permettant à une grande communauté internationale de collaborer sur des projets financés qui transforment des idées innovantes en nouvelles entreprises, emplois, croissance économique et avantages pour la société.

Pour plus d'informations, veuillez visiter <https://itea4.org>

## Contacts

### ESI Group

Florence Barré  
[press@esi-group.com](mailto:press@esi-group.com)  
+33 1 49 78 28 28

### Verbatee – Presse & Relations actionnaires

Jérôme Goær, [j.goær@verbatee.com](mailto:j.goær@verbatee.com), +33 6 61 61 79 34  
Aline Besselièvre, [a.besselièvre@verbatee.com](mailto:a.besselièvre@verbatee.com), +33 6 61 85 10 05

## A propos d'ESI

Fondé en 1973, ESI Group entrevoit un monde où l'industrie parvient à s'engager sur des résultats audacieux, tout en répondant à des enjeux majeurs : impact environnemental, sécurité et confort des consommateurs et des opérateurs, ainsi que des modèles économiques adaptables et durables. ESI fournit des solutions fiables et personnalisées, basées sur la modélisation prédictive de la physique et son expertise en prototypage virtuel, qui permettent aux industries de prendre les bonnes décisions au bon moment, tout en gérant leur complexité. Actif principalement dans les secteurs de l'automobile et du transport terrestre, de l'aérospatial, de la défense et du naval, de l'énergie et de l'industrie lourde, ESI Group est présent dans plus de 20 pays, emploie environ 1200 spécialistes de haut-niveau à travers le monde et a réalisé un chiffre d'affaires de 132,6 millions d'euros en 2020. ESI Group a son siège social en France et est coté sur le compartiment B d'Euronext Paris.

Pour plus d'informations, veuillez visiter <https://www.esi-group.com/fr>.

Suivez ESI

