

Simulation de smart grids avec MECSYCO

J. Vaubourg^a Y. Presse^a B. Camus^b L. Ciarletta^{a,b}
Julien.Vaubourg@inria.fr Yannick.Presse@inria.fr Benjamin.Camus@loria.fr Laurent.Ciarletta@loria.fr

V. Chevrier^b J-P. Tavella^c B. Deneuveille^c Olivier.Chilard^c
Vincent.Chevrier@loria.fr Jean-Philippe.Tavella@edf.fr Boris.Deneuveille@edf.fr Olivier.Chilard@edf.fr

^aCentre de Recherche INRIA Nancy Grand Est,
Villers-les-Nancy France

^bLORIA UMR 7503
Vandoeuvre-les-Nancy, France

^cEDF R&D,
Clamart, France

Résumé

Cette démonstration présente l'application de la plateforme de simulation MECSYCO (Multi-agent Environment for Complex SYstems CO-simulation), antérieurement appelée AA4MM, dans le contexte des smart grids. Nous montrons, notamment à partir d'un cas d'usage tiré d'un scénario réel, comment cette plateforme permet d'intégrer des simulateurs hétérogènes existants et de simuler l'ensemble de manière cohérente et complètement décentralisée.

Mots-clés : Simulation multi-agent, smart grids, multi-modélisation, agents et artefacts

Abstract

This demonstration presents the use of the MECSYCO simulation platform, previously named AA4MM. From use cases based on real scenarios, we show how this platform is able to integrate existing heterogeneous simulators and simulate the whole coherently and in a decentralized way.

Keywords: Multi-agent simulation, smart grids, multi-modeling, agents and artifacts

1 Simulation de smart grids

Simuler un smart grid implique d'intégrer plusieurs domaines d'expertise ; a minima, le réseau électrique de distribution, les télécommunications entre composants et les systèmes d'information et de décision. Chaque domaine possède ses propres outils de simulation, et plusieurs outils peuvent cohabiter dans un même domaine. Le défi central est alors la multi-simulation, i.e. exécuter cet ensemble d'outils de simulation hétérogènes comme un tout cohérent.

Nous montrons les apports d'une approche

multi-agent pour la multi-simulation au travers de la plateforme MECSYCO dans le contexte du projet MS4SG (Multi-Simulation for Smart Grids) entre le LORIA-INRIA et EDF R&D.

MECSYCO utilise les concepts d'Agents et Artefacts pour décrire une multi-simulation : l'ensemble des simulateurs en interaction correspond à un système multi-agent. Chaque agent (appelé M-agent) gère un simulateur (initialisation, avancement du temps de simulation, gestion des entrées/sorties) grâce à un artefact de modèle et ses interactions avec les autres simulateurs grâce à des artefacts de couplage. Ces différents concepts sont formalisés en DEVS (Discrete Event System Specification), formalisme qui assure l'intégration de formalismes hétérogènes. La coordination entre les différents M-agents correspond à l'implantation du protocole de simulation parallèle conservatif de DEVS basé sur l'algorithme de Chandy-Misra permettant alors une coordination complètement décentralisée.

Ces concepts sont instanciés sous la forme de bibliothèques Java et C++ qui autorisent plusieurs déploiements de la multi-simulation : d'un processus unique (en Java ou C++) à une exécution hybride (Java/C++), distribuée (plusieurs machines) et décentralisée.

2 Le cas Concept-Grid

Concept-Grid est un cas d'usage couvrant à la fois la modélisation et la simulation d'un scénario d'effacement cascado-cyclique et sa réalisation, en grandeur réelle, sur le réseau électrique expérimental Concept-Grid à EDF Lab Les Renardières.

Le système (figure 1) comprend cinq maison-

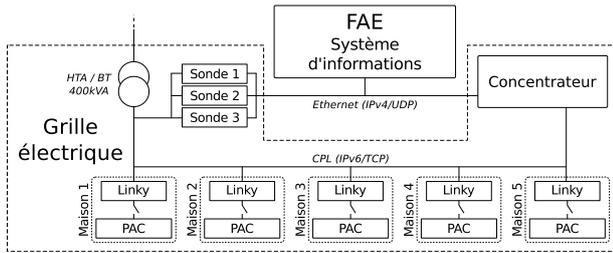


FIGURE 1 – Vue simplifiée de Concept-Grid.

Domaines	Composants	Simulateurs	Plate-formes	Langages	Formalismes	Echelles Temporelles
Télécom	TCP/IPv6/CPL	NS-3	GNU/Linux	C++	Événement	Nanoseconde
	UDP/IPv4/Ethernet					
	Noeuds (FAE, Linkys, Sondes, Concentrateur)					
SI	FAE	Ad-hoc	Indifférent	Java	Automate	Seconde
	Linky	FMUs	Windows	Java	Equationnel	Seconde
Réseau électrique	PACs					
	Transfo. HTA/BT					
	Lignes électriques Charges (maisons) Sondes	FMU	Windows	Java	Equationnel	Seconde

FIGURE 2 – Les différents types d'hétérogénéité.

nettes, chacune équipée d'un compteur intelligent (Linky) raccordé à une pompe à chaleur (PAC) : on peut connecter/déconnecter la PAC en envoyant un ordre au compteur à partir d'un centre décisionnel (Fonction d'Effacement Avancée). La communication entre centre de décision et compteur se fait par courant porteur en ligne (CPL). Le scénario consiste à effacer les pompes à chaleur des maisonnettes une à une en suivant un ou plusieurs cycles d'effacement et vérifier à partir de remontée d'informations que l'effacement permet effectivement de limiter la consommation.

Concept-Grid est un cas représentatif des défis de la multi-simulation car il combine simultanément plusieurs types d'hétérogénéité : trois domaines d'expertise interviennent ; plusieurs types de simulateurs doivent interagir ; ces simulateurs s'appuient sur des formalismes différents (équationnel ou événementiel) ; il utilise des échelles temporelles différentes (secondes et nanosecondes). De plus, des contraintes logicielles et matérielles doivent être respectées en terme de plateforme (Windows ou GNU/Linux) et de langage d'interface (Java/C++). La figure 2 récapitule ces différents points.

3 Démonstration

La démonstration a pour objectif de montrer comment l'approche Agents et Artéfacts utilisée

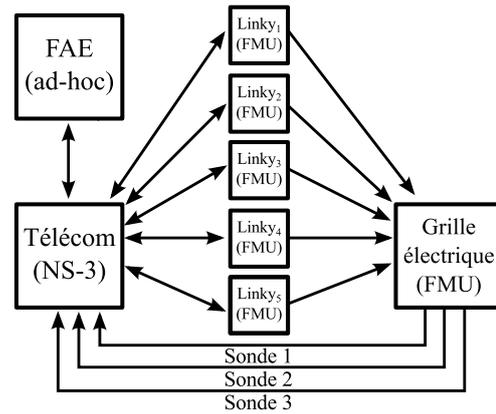


FIGURE 3 – Schéma d'échanges entre simulateurs.

par MECASYCO permet de gérer simultanément ces différents défis au travers d'un cas concret applicatif de smart grids. De plus, des preuves de concept compléteront la démonstration.

La simulation de ce cas fait intervenir plusieurs simulateurs existants : le réseau de télécommunication est simulé avec le logiciel NS-3 qui intègre et modélise les communications sur un lien ethernet en UDP/IPv4 et les communications sur le lien CPL en TCP/IPv6 ; le réseau de distribution et les PACs sont simulés avec une FMU¹ ; le système de décision est un automate écrit de manière ad-hoc en Java. Les compteurs Linky sont modélisés dans les trois domaines à la fois : au niveau électrique dans la FMU du réseau de distribution, au niveau télécom dans NS-3 et au niveau applicatif grâce à une instance de FMU dédiée pour chaque compteur.

Les échanges d'informations entre simulateurs correspondent aux flux proposés en figure 3.

4 Conclusion

Une version Java du cœur avec sa documentation ainsi que des exemples de mise en œuvre (preuves de concept) sont disponibles depuis début 2015, sous licence AGPL 3.0.

Un ensemble d'outils de méta-modélisation, de visualisation durant l'exécution et post-mortem, des wrappers FMI, une version du cœur C++ seront mis à disposition au fur et à mesure de l'année 2015 pour expérimentation et validation.

Ce travail a été en partie financé par EDF R&D par le biais du projet MS4SG.

1. Functional Mock-up Units : il s'agit d'un format d'export d'un ensemble d'équations associé à un solveur.