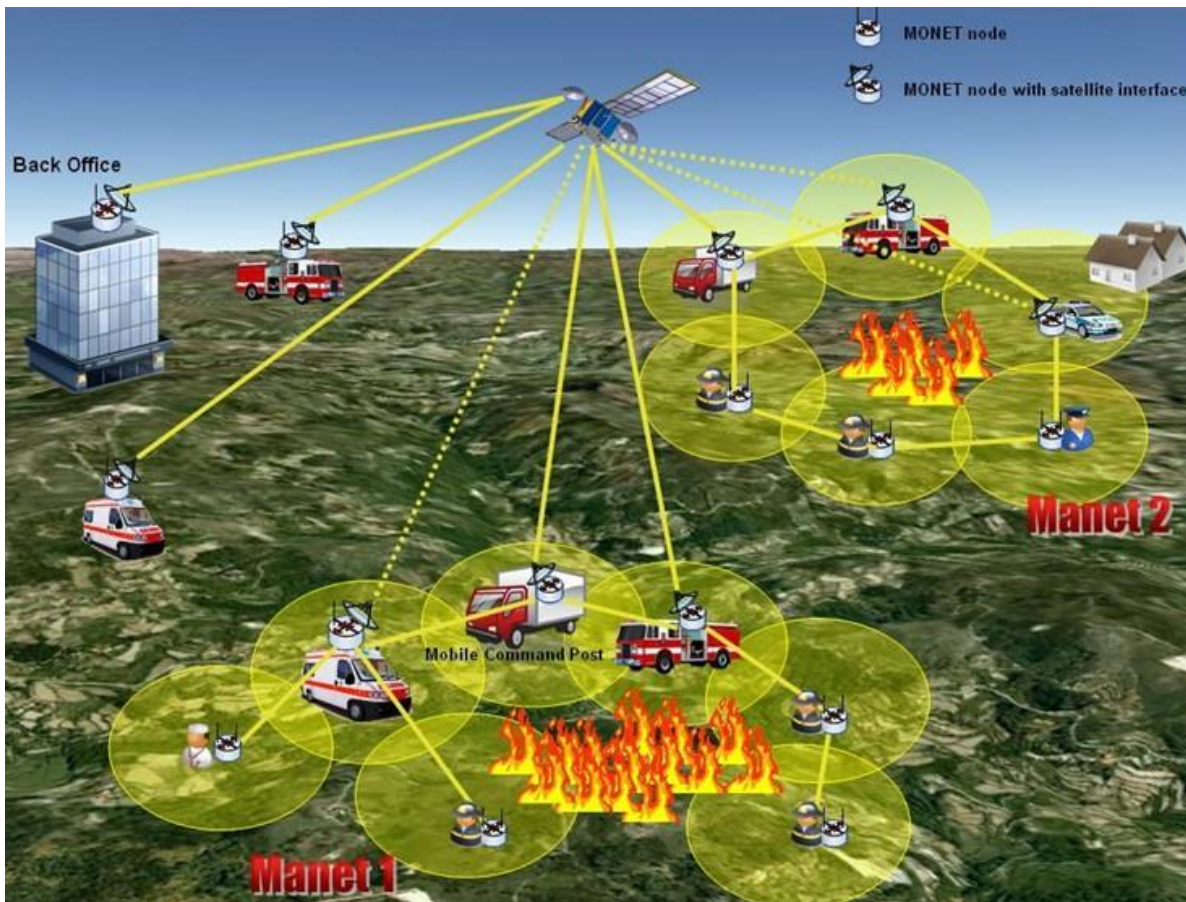


# HLA et FMI

## 2 standards pour la multi-simulation

# multi-simulation : pourquoi ça vous concerne



opérations du réseau de capteurs dépendantes de :

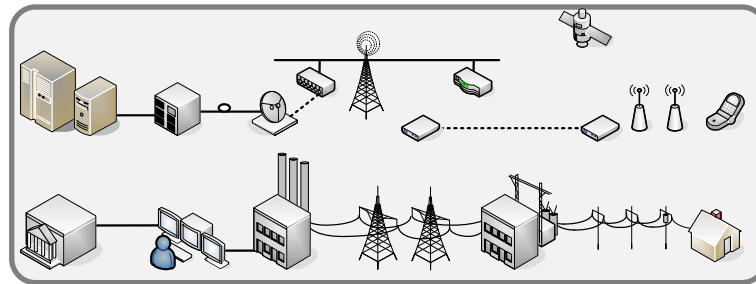
- topologie des lieux
- avancée de l'incendie
- stratégie des pompiers
- ...

→ nombreux facteurs externes à prendre en compte dans le test du réseau de capteurs

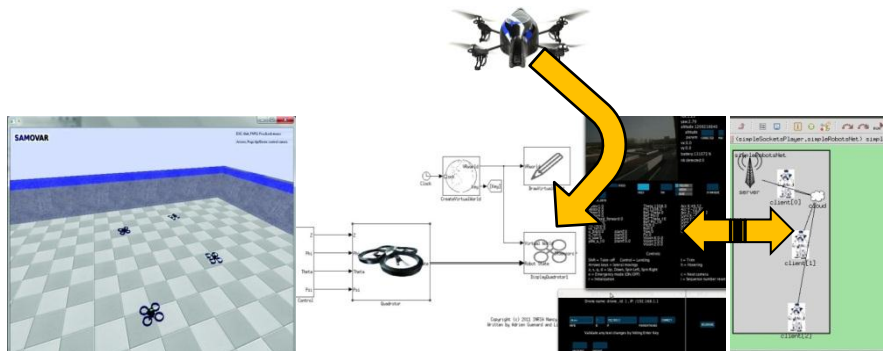
tests en situation réelle exclus

# difficulté d'évaluation d'une solution dans son contexte complexe

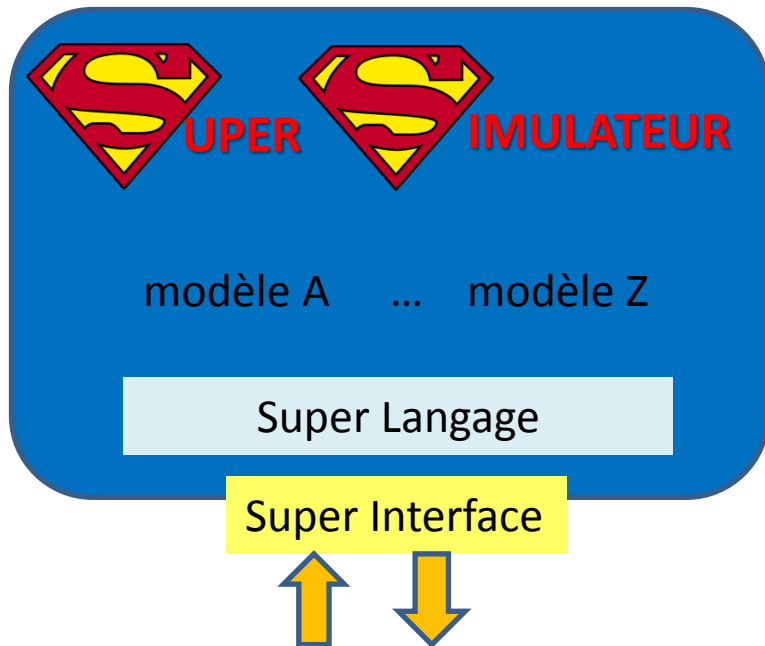
- généralisation du problème aux systèmes avec éléments nombreux, hétérogènes, en interaction
- nos cas d'étude :
  - Smart Grid = réseau électrique + réseau télécom + SI



- « société » de drones volant en formation

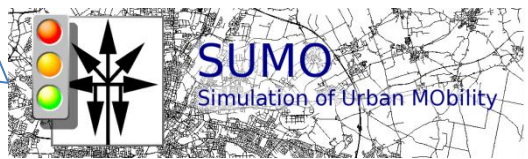
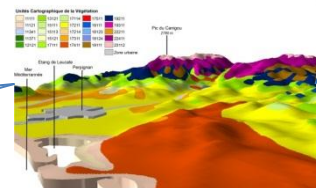


# solution « monolithique » ?



- conception, développement, maintenance ?
- intégration de toute l'expertise
- acceptabilité ?
- performances ?

# solution multi-simulation = couplage de simulateurs existants



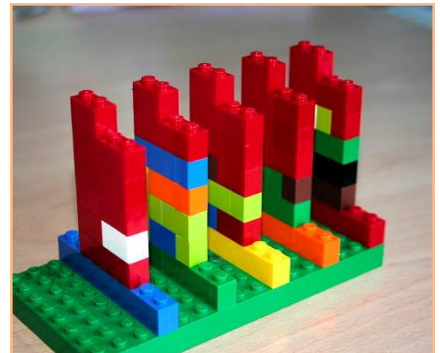
# normes pour la multi-simulation

- couplage ad-hoc de simulateurs 2 à 2 :
  - non évolutif, non réutilisable...
- solution : interfaces standard
  - pour les produits déjà compatibles : pas de développement fastidieux
  - remplacement facilité d'un composant par un autre
  - interopérabilité, réutilisabilité



HLA : *High-Level Architecture*

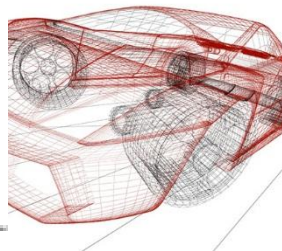
FMI : *Functional Mockup Interface*



# historique et communautés

## FMI

- issue du consortium du projet ITEA2 Modelisar (industrie automobile)
- v1 : 2010, v2 RC : 18 oct 2013, prévue fin 2013
- déjà supportée par de nombreux produits (Dymola, SIMPACK...)



## HLA

- développée par l'U.S. M&S CO (militaire)
- issue de DIS et ALSP (début 90's), inspirée par CORBA
- 1<sup>ère</sup> version stable : 1998
- version civile HLA IEEE 1516-2000, HLA evolved IEEE 2010
- processus rigoureux de certification, pas de simulateur civil nativement compatible, mais travaux de passerelle pour OMNeT++, NS-3, SUMO...



# concepts

## FMI

- composant = « FMU » = bibliothèque
  - donnant accès aux équations du modèle (mode « ME »)  
getDerivatives, setContinuousState...
  - ou implémentant un solveur manipulant les équations du modèle (mode « CS »)  
doStep, getReal...
- pour exploiter ces FMUs : écrire un « master » qui :
  - transfère les données d'une FMU à une autre
  - ordonne l'exécution d'un pas de temps

## HLA

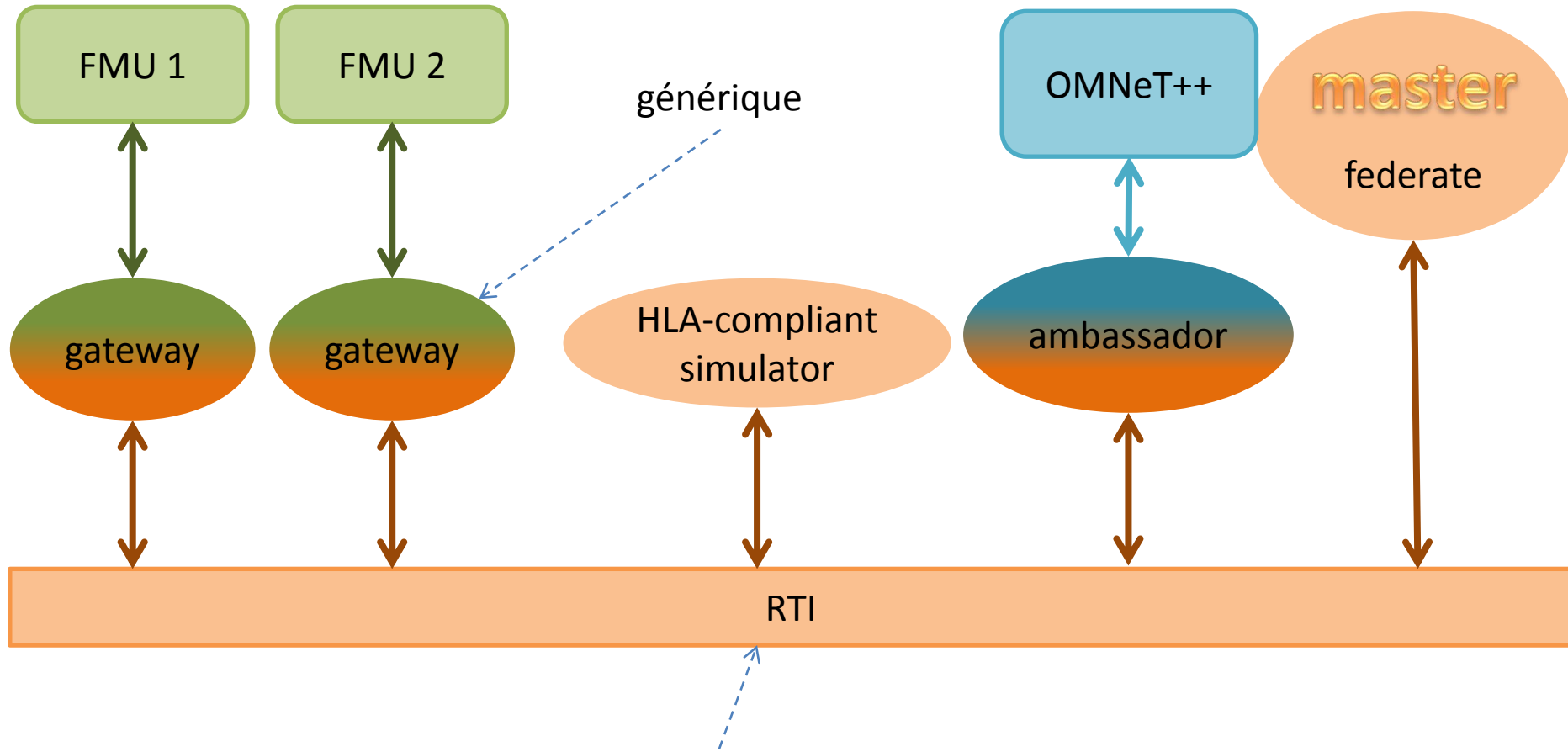
- composant = « federate » = processus
- federates connectés à un RTI central
  - échange de données par publication/abonnement
  - synchronisation : avance de temps demandée par le federate, accordée par le RTI
- RTI parfois incompatibles entre eux



# HLA et FMI ensemble : pourquoi ?

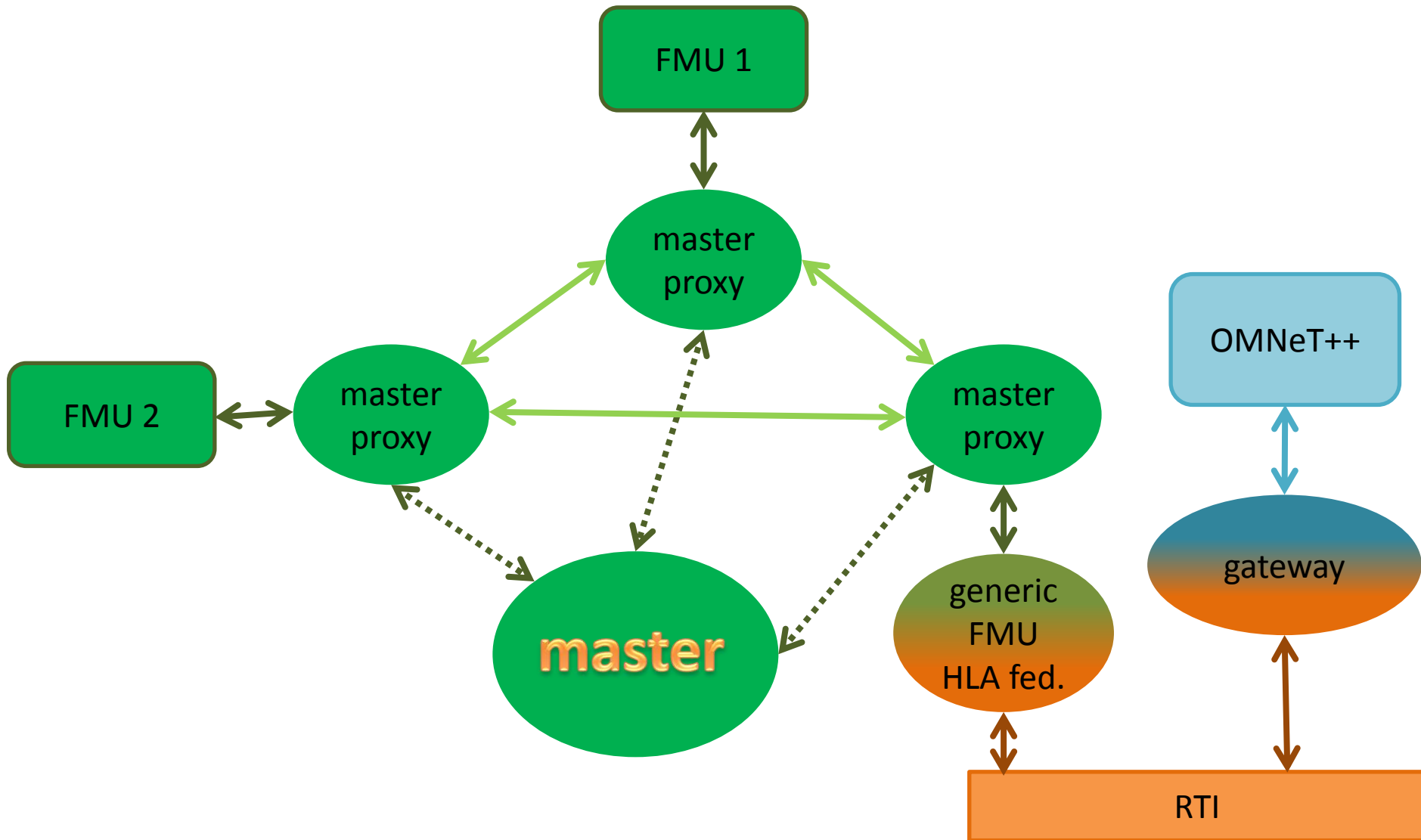
- certains simulateurs sont compatibles HLA, et d'autres FMI
- intégrer les 2 normes
  - cas d'utilisation avec EDF : simulation des Smart Grids
    - composants du réseau électrique : modélisés avec le langage Modelica, exportés comme FMUs
    - composants du réseau télécom : simulés par NS3 ou OMNeT++ déjà interfacés avec HLA
  - « société » de drones :
    - modèle physique du drone : SAMOVAR (Simulink) exportable en FMU
    - communications WiFi : simulées avec OMNeT++
- FMI ne propose aucun middleware pour la distribution de la multi-simulation
- le RTI d'HLA peut-il fournir ce niveau ?

# architecture basée HLA, intégrant FMI



« point central » mais il existe dans la littérature des efforts pour le répartir

# architecture centrée FMI, intégrant HLA



# difficultés

- description de la multi-simulation pour génération automatique du master
  - données échangées (modelDescription, FOM...)
  - graphe de connexion des composants
  - metadata (indication de convergence, marge de tailles de pas admissibles...)
- modèles de temps variés à faire co-exister (événementiel, temps discret, temps réel...)
- performances distribuées, capacité à fonctionner en temps réel
- co-initialisation (*bootstrapping*)

# pour résumer...

- coupler des simulateurs pour tester en contexte et réutiliser l'existant
- plusieurs normes, dont HLA et FMI
- travail en cours :
  - architecture distribuée intégrant HLA et FMI
- cas d'utilisation :
  - Smart Grid avec EDF
  - « société » de drones avec le Loria
- sujet de thèse financé, cherche doctorant pour démarrage le plus tôt possible !  
virginie.galtier@supelec.fr  
stephane.vialle@supelec.fr

