

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2015

INGÉNIERIE SYSTÈMES
TRANSPORT AUTONOME
TERRITOIRES INTELLIGENTS
INTERNET DE CONFIANCE

SystemX
INSTITUT DE RECHERCHE
TECHNOLOGIQUE

L'IRT SystemX
Accélérateur de la Transformation Numérique

ÉDITORIAL

2

FAITS MARQUANTS

3

2015 EN BREF

4

STRATÉGIE DE DÉVELOPPEMENT

6

PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES

8

DIRECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

16

INGÉNIERIE SYSTÈMES

18

Algorithmique Parallèle

APA 19

Ingénierie Système Collaborative

ISC 20

OpenAltaRica

OAR 21

Réduction de modèles et Optimisation Multiphysique

ROM 22

Simulation et Ingénierie Multidisciplinaire

SIM 23

Standards et Interopérabilité PLM

SIP 24

TRANSPORT AUTONOME

25

Électronique et Logiciel pour l'Automobile

ELA 26

Fiabilité et Sûreté de Fonctionnement

FSF 27

ITS Sécurité

ISE 28

Localisation et Réalité Augmentée

LRA 29

Simulation pour la sécurité du Véhicule Autonome

SVA 30

TERRITOIRES INTELLIGENTS

31

Chaire Anthropolis

HCU 32

Intégration Multimédia Multilingue

IMM 33

Modélisation - Interopérabilité - Coopération

MIC 34

Smart City Energy analytics

SCE 35

INTERNET DE CONFIANCE

36

Architecture Réseaux

ARE 37

Environnement pour l'Interopérabilité et l'Intégration en Cybersécurité

EIC 38

COLLABORATIONS

39

ZOOM SUR LE DOCTORAT

40

PUBLICATIONS

42

GOVERNANCE

46

PARTENARIATS

48



Institut de Recherche Technologique SystemX
 Site de Nano-INNOV
 8, avenue de la Vauve
 CS 90070
 91127 Palaiseau Cedex
 FRANCE
 Tél. +33 (0)1 69 08 05 68
www.irt-systemx.fr

Coordination
 IRT SystemX

Crédits photos
 Gil Le Fauconnier /
 Justine Larlet (P.11) /
 IRT SystemX

Conception visuelle
www.maiffret.net

Impression
 Snel



Pascal Cléré
Président,
IRT SystemX

“ **Une réussite : c'est ainsi que l'année 2015 peut être résumée pour notre institut qui achève sa première phase triennale avec succès.** ”

Je suis heureux de vous présenter le rapport d'activité 2015 de l'Institut de Recherche Technologique (IRT) SystemX.

Une réussite : c'est ainsi que l'année 2015 peut être résumée pour notre institut qui achève sa première phase triennale avec succès. Depuis sa labellisation le 1^{er} février 2012 dans le cadre du Programme d'Investissements d'Avenir (PIA), l'IRT SystemX a su assoier son expertise et constituer une masse critique de compétences dans le domaine de l'ingénierie numérique des systèmes du futur, au cœur des filières transport, communication, sécurité numérique et énergie.

En seulement trois années d'existence, l'IRT SystemX a développé un socle technologique unique autour de 17 projets de recherche co-localisant 61 partenaires industriels et 14 académiques. L'expertise de nos équipes a permis la création de sept plateformes technologiques de référence. Ces équipements et infrastructures permettent l'intégration de capacités et de briques technologiques développées au sein de nos projets de recherche et constituent le support à une dissémination des résultats tout en contribuant à un rayonnement national et international de nos activités de recherche.

L'année 2015 marque donc la fin de la première phase de développement de l'IRT SystemX, phase dite de « montée en puissance ». À l'issue de cette première phase triennale, nous avons établi **une nouvelle feuille de route afin de guider les activités de notre institut à l'horizon 2020 et établir son modèle.**

Pour la période 2016-2020, notre ambition première **sera d'accélérer l'innovation par**

des activités de recherche et de développement, afin d'accompagner les industriels dans la transformation numérique de leurs entreprises et de leurs produits. Pour atteindre cette ambition, nous nous sommes fixé un triple objectif. Tout d'abord, répondre aux défis que les industriels rencontrent dans les phases de conception, de modélisation, de simulation et d'expérimentation des innovations futures qui intègrent de plus en plus de numérique. Pour y parvenir, nous avons mis en place quatre programmes de recherche sur les thèmes de l'ingénierie systèmes, du transport autonome, des territoires intelligents et de l'Internet de confiance. Notre second objectif consiste à mutualiser et diffuser la connaissance acquise via les plateformes technologiques bâties dans le cadre de nos différents projets de R&D. Enfin, nous ambitionnons de faire rayonner les travaux et l'excellence de l'IRT SystemX à une échelle européenne et internationale, pour en faire la référence française en matière d'ingénierie numérique des systèmes.

Tout comme 2015, **l'année 2016 s'annonce donc riche en défis et en accomplissements.** Je tiens à saluer personnellement tout le chemin déjà parcouru par nos équipes et l'implication de nos membres fondateurs, nos partenaires ainsi que l'ensemble des collaborateurs, ingénieurs de recherche et doctorants. Le futur se construisant au présent, je vous encourage à continuer sur cette route pour contribuer chaque jour à accélérer la transformation numérique du monde de demain.

Les prochaines pages de ce document vous relateront les activités menées au sein de l'IRT SystemX au cours de l'année 2015 ainsi que les perspectives de développement pour les prochaines années. Je vous en souhaite une bonne lecture.



Éric Perrin-Pelletier
Directeur Général,
IRT SystemX
@PerrinPelletier

La transition numérique, c'est-à-dire la pénétration du numérique dans les activités économiques, impacte l'ensemble des filières industrielles. Cette transition transforme les formats de diffusion, les canaux de distribution et donc les modèles économiques. Ces changements apportent des gains de temps et de la flexibilité pour l'utilisateur. Il s'agit là de deux facteurs essentiels dans la compétitivité des entreprises.

Ces enjeux ne peuvent pas être adressés raisonnablement par des entreprises individuellement, mais exigent des efforts à la fois de mise en collaboration, d'échanges et de transferts de connaissances dans de multiples disciplines. En effet, ils nécessitent de mettre en relation deux milieux différents : le numérique et l'industrie, et de les dynamiser à travers un écosystème innovant dédié. Il s'agit de forger une industrie plus connectée, plus compétitive, plus réactive aux besoins de ses clients et plus respectueuse de son environnement et de ses employés.

Notre institut, centré sur des problématiques « systèmes », est un acteur clé de la mise en œuvre d'un écosystème innovant qui rassemble des partenaires industriels et académiques.

“ **Avec la mise en place de 17 projets de recherche, 61 partenaires industriels et 14 partenaires académiques impliqués, l'IRT SystemX a, en 2015, finalisé sa montée en puissance.** ”

Avec la mise en place de 17 projets de recherche, 61 partenaires industriels et 14 partenaires académiques impliqués, l'IRT SystemX a, en 2015, finalisé sa première phase correspondant à la montée en puissance de l'institut avec :

- **La mise en place de trois axes scientifiques** au cœur des problématiques industrielles actuelles en matière d'innovation : usages et collaboration, modélisation et optimisation, simulation et infrastructures.
- **La concrétisation de plateformes technologiques de référence.** Nous pouvons par exemple citer la création de la plateforme CHESSE dédiée à la simulation et à l'analyse pour l'évaluation de la cybersécurité des architectures de systèmes (CHESSE, *Cybersecurity Hardening Environment for Systems of Systems*), dévoilée à Bernard Cazeneuve, Ministre de l'Intérieur, et Emmanuel Macron, Ministre de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique à l'occasion d'une réunion du Comité de la Filière Industrielle de Sécurité (CoFIS), le 1^{er} décembre 2015.
- **La consolidation de l'organisation pour préparer la seconde phase dite de « l'établissement du modèle » pour la période 2016-2020.** Il s'agira d'être un acteur reconnu à l'échelle européenne et internationale en ingénierie numérique des systèmes, d'étendre l'usage des plateformes technologiques issues des projets de R&D et d'être une référence incontournable en matière de compétences systèmes. Et c'est dans cette action que l'IRT s'inscrit au cœur du campus Paris-Saclay et de son écosystème industriel et académique.

2016 s'ouvre donc avec des perspectives favorables pour notre institut, qui va continuer à œuvrer quotidiennement aux côtés de ses partenaires pour accélérer la transformation numérique, tout en restant fidèle aux valeurs qui façonnent notre identité : **interdisciplinarité, collaboration, expertise, agilité et innovation.**

JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
<p>La SAAS Academy entre dans sa phase opérationnelle</p>	<p>Lancement du projet EIC, Environnement pour l'Interopérabilité et l'Intégration en Cybersécurité</p> <p>Lancement du projet SVA, Simulation pour la sécurité du Véhicule Autonome</p> <p>Création de la Direction Scientifique et Technologique de l'IRT SystemX</p>	<p>Événement annuel : Future@SystemX</p> <p>Création de l'Association des Instituts de Recherche Technologique</p>	<p>Lancement du projet ISC, Ingénierie Système Collaborative</p> <p>Lancement de la Chaire Anthropolis en collaboration avec CentraleSupélec</p> <p>Finale Paris-Saclay du concours « Ma thèse en 180 secondes » : Timothée Leblond, doctorant à l'IRT SystemX, lauréat du prix du public</p>	<p>Signature d'une convention de collaboration entre l'IRT SystemX et l'ITE VEDECOM</p>	<p>Signature d'une convention de collaboration entre l'IRT SystemX et l'ITE EFFICACITY</p> <p>Signature d'une convention de collaboration entre l'IRT SystemX et l'IRT Saint Exupéry</p> <p>Rendez-vous annuel du Club des industriels partenaires de l'IRT SystemX</p>	<p>François Gonard, doctorant à l'IRT SystemX, obtient le prix du jury au Challenge ICON sur la sélection d'algorithme</p>		<p>L'IRT SystemX dévoile sa feuille de route 2016-2020 et se dote d'une nouvelle organisation</p>	<p>L'IRT SystemX accueille le Workshop international AFIS EMEA 2015</p> <p>Signature d'une convention de collaboration entre l'IRT SystemX et le Cercle des partenaires de l'IHEDN</p> <p>L'IRT SystemX participe à la 3^e édition du Forum des IRT à Grenoble (à l'IRT NanoElec)</p>	<p>Signature d'une convention de collaboration entre l'IRT SystemX et le centre uruguayen ICT4V</p>	<p>L'IRT SystemX dévoile sa plateforme CHES à Bernard Cazeneuve (Ministre de l'Intérieur) et Emmanuel Macron (Ministre de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique) à l'occasion du Comité de la Filière Industrielle de Sécurité (CoFIS)</p>

Création

31 octobre 2012

Partenaires

61 Industriels / 14 Académiques

Projets de recherche

17 Projets de recherche

Projets européens

3

ECHORD ++ (FP7)
In2rail (H2020)
TOICA (FP7)

Financements

Financement industriel: 60M€

Collaborateurs


82 chercheurs et 34 doctorants

Valorisation

7 Plateformes et équipements
22 Brevets et logiciels
27 Transferts technologiques
145 Publications


Programmes de recherche **SystemX**

INSTITUT DE RECHERCHE TECHNOLOGIQUE




SYSTEMS ENGINEERING

Développer des méthodes, des processus et des outils logiciels de conception optimale, de simulation agile et d'ingénierie collaborative pour les systèmes complexes en s'appuyant sur les technologies numériques.



AUTONOMOUS TRANSPORT

Développer de nouvelles architectures sécurisées et sûres pour les véhicules et systèmes de transport autonome, intégrant les nouveaux usages, les systèmes embarqués critiques, l'évolution des infrastructures et leurs interactions.



SMART TERRITORIES

Développer des outils d'aide à la décision pour l'optimisation et la planification opérationnelle de l'évolution des territoires, en s'appuyant sur la collecte et l'analyse des données.



INTERNET OF TRUST

Développer les algorithmes, les protocoles et les architectures sur lesquels reposeront les infrastructures numériques de demain, socle de la transformation numérique.



François Stephan
 Directeur Développement
 et International,
 IRT SystemX
 @FrancoisStephan

“ Notre ambition première est de faire de l'IRT SystemX la référence française en matière d'ingénierie numérique des systèmes sur la scène mondiale. ”

Comment coordonnez-vous le développement des projets de recherche de l'IRT SystemX ?

En étroite collaboration avec les autres directions, je dirige les travaux d'élaboration de la feuille de route de nos quatre programmes de recherche ; Ingénierie Systèmes, Transport Autonome, Territoires Intelligents et Internet de Confiance. J'assure notamment la détection et la préparation de nouveaux projets de recherche, ou l'accroissement du périmètre des projets existants, via l'entrée de nouveaux partenaires.

À titre d'exemple, le projet EIC (Environnement pour l'Interopérabilité et l'Intégration en Cybersécurité), qui a été lancé en février 2015, est le fruit d'un travail de préparation et de définition de plusieurs mois mené par SystemX avec le Pôle de compétitivité Systematic Paris-Region et son écosystème.

Quelle est la politique partenariale de l'institut ?

Depuis son lancement en 2012, notre institut a engagé 61 partenariats industriels et 14 académiques, parmi lesquels nous retrouvons de grands groupes (Alstom, Renault, Airbus Group, Orange, etc.), des start-up et PME innovantes (The CoSMo Company, Krono-Safe, Sherpa Engineering, OVH.com, OpenTrust, Trialog, etc.), ainsi que plusieurs écoles, universités et centres de recherche de renom (Institut Mines-Télécom, Inria, CentraleSupélec, ENSTA ParisTech, Université Pierre et Marie Curie, Université Paris-Sud, Institut Mines-Télécom, Inria, CEA List, etc.). Ces partenariats constituent l'essence même de SystemX de par les synergies de compétences qu'ils rendent possibles au niveau de la recherche technologique et scientifique, de l'entrepreneuriat, de l'innovation et de la formation.

Dans les prochaines années, nous souhaitons développer notre politique partenariale afin de soutenir la collaboration technologique et le partage de connaissances scientifiques dans le domaine de l'ingénierie numérique des systèmes complexes ; deux valeurs chères à notre institut. Tout en continuant à développer nos partenariats avec les entreprises et les organismes académiques, nous allons établir des collaborations européennes et internationales.

Quelles sont les ambitions de l'IRT SystemX au niveau européen et international ?

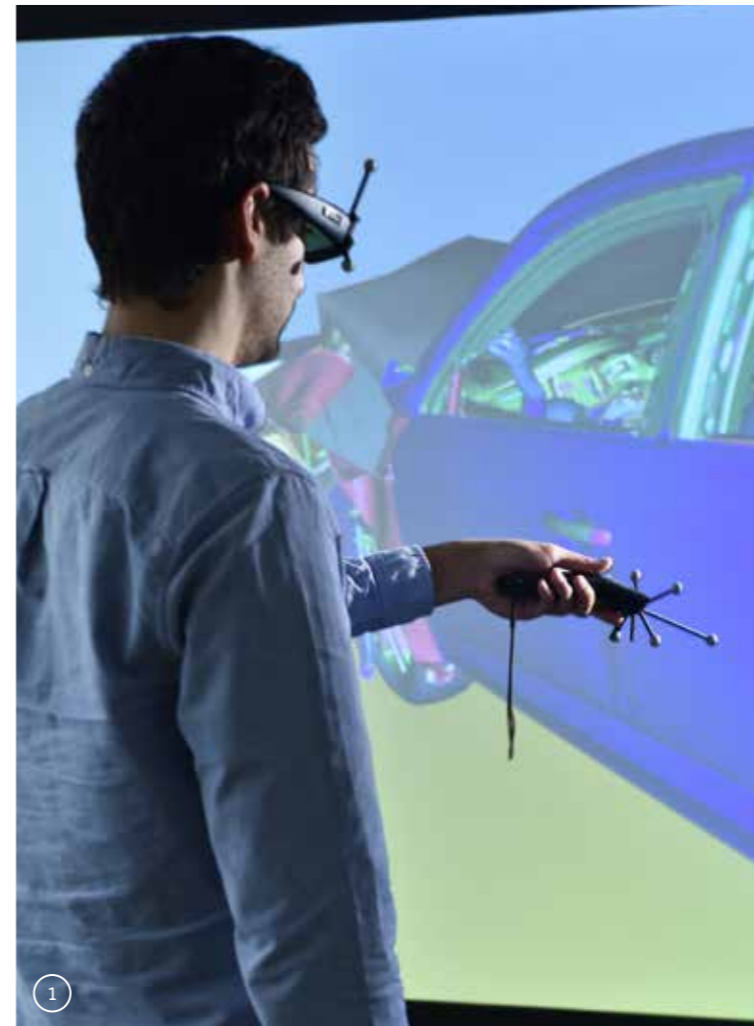
Le rayonnement des travaux et de l'excellence de l'IRT au niveau européen et international constitue un axe majeur de la stratégie de développement que nous avons établie dans le cadre de notre feuille de route 2016-2020. Notre ambition première est de faire de SystemX, la référence française en matière d'ingénierie numérique des systèmes sur la scène mondiale. Pour cela, nous allons nouer des partenariats avec des centres de recherche et des entreprises sur les différents continents, et développer notre implication dans des projets collaboratifs européens et internationaux.

L'accord de collaboration que nous avons conclu le 26 novembre 2015 avec l'ICT4V (*Information and Communication Technologies for Verticals*), centre uruguayen technologique multidisciplinaire spécialisé dans le domaine des Technologies de l'Information et de la Communication, illustre notre volonté de nous associer à des organismes de recherche reconnus à l'échelle mondiale.

Quel a été pour vous le fait marquant de l'année 2015 ?

Le fait marquant que je retiendrai pour l'année 2015 a été le démarrage de la participation de SystemX à un premier projet collaboratif européen (H2020), en tant que partenaire technologique ; il s'agit du projet IN2RAIL sur la gestion intelligente de l'énergie des infrastructures ferroviaires.

1. Visualisation immersive 3D
2. Workshop AFIS EMEA 2015
3. Démonstrateur d'un Smart Building
4. Démonstrateur de simulations d'attaques d'un véhicule autonome





Bruno Foyer
 Directeur Plateformes,
 IRT SystemX
 @BrunoFoyer

“Opérationnelles et en cours d’enrichissement, nos plateformes technologiques apportent une expertise spécifique dans le domaine de l’ingénierie numérique des systèmes.”

Quelle est la mission de la direction des plateformes ?

De manière transverse aux quatre directions des programmes, la direction des plateformes assure la mutualisation des moyens et des actifs constitués autour des sept plateformes issues de nos projets de recherche. Elle est en charge de la pérennité de ces actifs et de leur consolidation, pour un meilleur usage et une accélération de la dynamique des projets de recherche. Afin de répondre à cet enjeu de collaboration technique et d’accélération du transfert vers nos partenaires, la direction des plateformes a orienté sa mission autour de trois activités :

- L’identification, la mutualisation et la pérennisation des actifs communs (processus, méthodes, briques technologiques, outils, algorithmes, etc.), développés et produits par nos travaux de recherche.
- La définition de la stratégie de réutilisation de ces actifs et des cas d’emploi ainsi que le support à la mise en œuvre des services offerts.
- La promotion de l’utilisation des plateformes, de leurs services et la création de leur valeur ajoutée en transverse pour nos projets.

Ces activités ont nécessité le regroupement, au sein de la direction, de l’ensemble des compétences techniques structurées en cinq domaines : infrastructure, big data et HPC (High Performance Computing) ; génie logiciel ; framework et algorithmes ; architecture, modèles et simulation ; IHM (Interaction Homme-Machine) et visualisation. Ces compétences sont nécessaires à la mise en œuvre et au rayonnement de nos plateformes, ainsi qu’à l’enrichissement des services offerts en capitalisant de nouveaux besoins et cas d’usage.

Qu’est-ce qu’une plateforme à l’IRT SystemX ?

Une plateforme technologique correspond à l’ensemble des capacités et services mutualisés dans une thématique de recherche donnée, mis en œuvre au travers d’un processus méthodologique, et s’appuyant sur une infrastructure commune. Chaque cas d’usage enrichit les trois composantes d’une plateforme : les processus de mise en œuvre, les capacités (la valeur créée) et l’infrastructure (l’ensemble des moyens et outils).

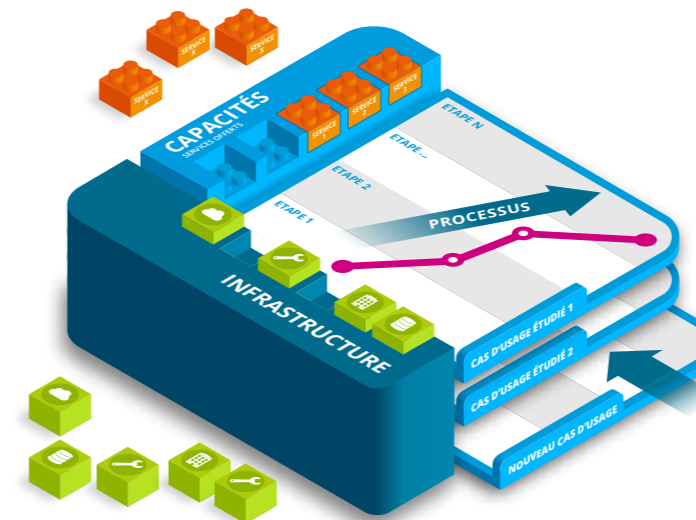
Sept plateformes ont été créées au sein de l’IRT SystemX, depuis son lancement en 2012. Opérationnelles et en cours d’enrichissement, ces plateformes technologiques apportent une expertise spécifique dans le domaine de l’ingénierie numérique des systèmes, afin de consolider et de partager le socle de compétences développé au sein de nos 17 projets de recherche.

7 plateformes technologiques

En 2015, l’IRT SystemX a mis en place ses premières plateformes technologiques issues des travaux réalisés au sein des 17 projets R&D.

Qu’est-ce qu’une plateforme ?

Une plateforme technologique correspond à l’ensemble des capacités et services mutualisés dans une thématique de recherche donnée.



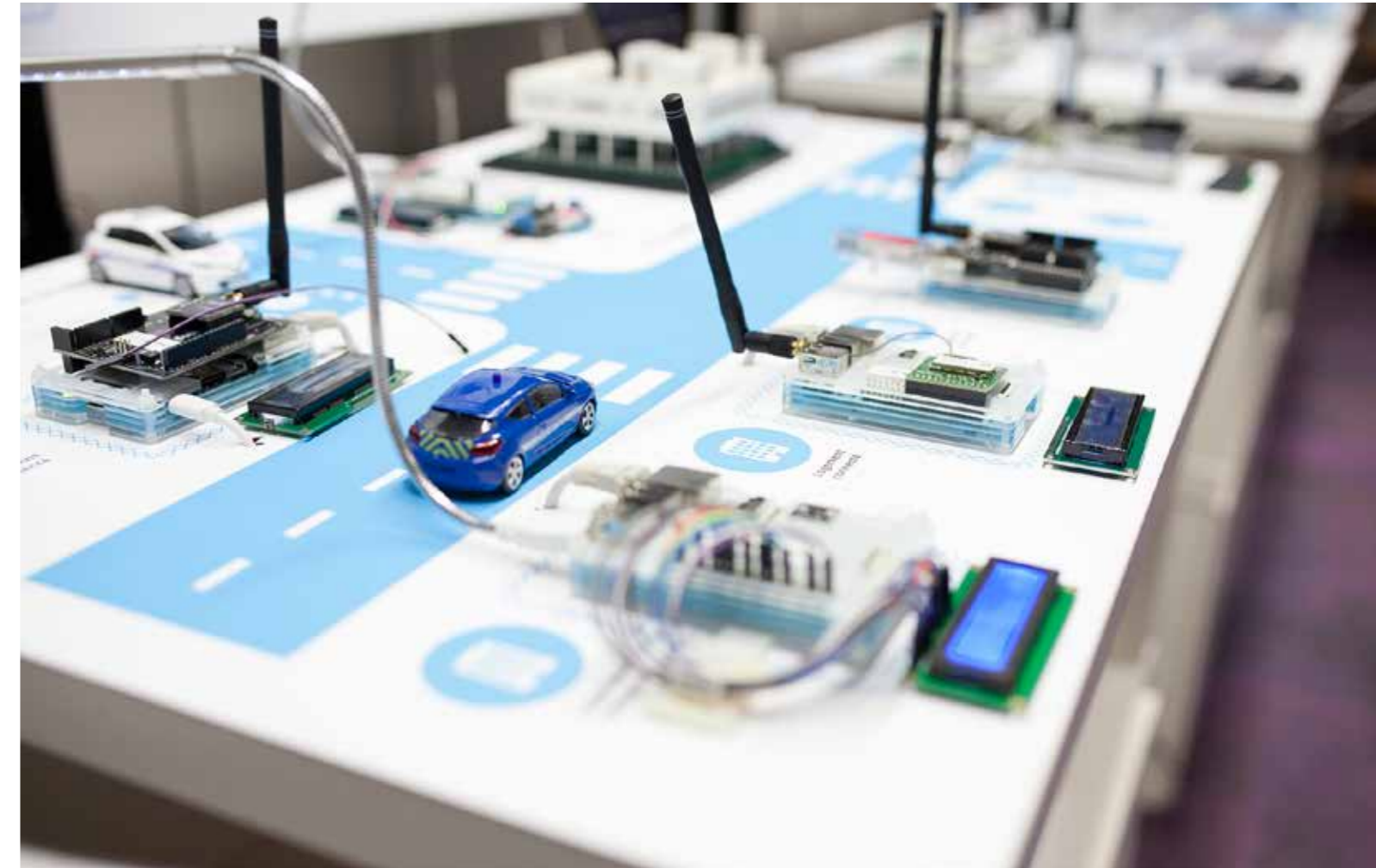
Comment nos plateformes sont-elles utilisées ?

Nos plateformes technologiques sont exploitées par nos partenaires qui apportent chacun leurs cas d’usage. Transport autonome, territoires intelligents, ingénierie des systèmes, Internet de confiance... Chaque plateforme s’inscrit dans un contexte particulier, lié aux problématiques actuelles d’ingénierie numérique des systèmes, et répond à des enjeux distincts.

Quelles avancées technologiques ces plateformes ont-elles rendu possible ?

Véritables accélérateurs du transfert technologique, les sept plateformes technologiques exploitées au sein de l'IRT SystemX ont chacune contribué à pérenniser la recherche scientifique développée au sein de nos projets de recherche :

- **CHES** permet aux fournisseurs de solutions de sécurité d'évaluer le niveau de protection offert par leur composant innovant, confronté aux menaces adaptées à divers contextes d'utilisation, via notamment des travaux de modélisation et de simulation. Les grands utilisateurs et intégrateurs de solutions s'appuient également sur la plateforme pour évaluer leurs choix d'architecture de solutions de sécurité et identifier les meilleures alternatives.
- **FACTORY** apporte différents services à ses utilisateurs : gérer de bout en bout le cycle de vie des livrables numériques des projets (définition, planification, réalisation, livraison et transfert), proposer un environnement de processus outillé pour les projets de type *Platform as a Service*, former et accompagner pour la mise en œuvre des bonnes pratiques.
- **KUBIK** offre une aide à la décision pour les architectes systèmes, l'évaluation et l'expérimentation des éléments critiques avec :
 - Une modélisation de la collaboration et des scénarios d'activités et d'échanges.
 - Une maîtrise de la complexité et fédération des points de vue : cohérence et traçabilité des données entre parties prenantes d'un projet, analyse d'impact sur les variabilités tout au long du cycle de vie d'un système (gestion en ligne de produit, évolutions).
 - Une maîtrise des coûts et des risques : renforcer la vision stratégique d'une entreprise en réduisant le temps de mise sur le marché grâce à un outil collaboratif performant.
 - Un support à la décision par comparaison et évaluation des éléments critiques.
- Avec **Dr SiHMI**, les acteurs du secteur du transport prototypent et testent de nouvelles IHM (tableau de bord, réalité augmentée, sons et lumières), réalisent des tests utilisateurs en vue d'études d'ergonomie et de facteurs humains, modélisent un scénario de conduite réaliste et intègrent des modèles en co-simulation.
- **MOST** permet aux opérateurs et aux collectivités territoriales d'évaluer et de mettre au point des modélisations, simulations et optimisations dans le secteur des transports pour mieux répondre aux futurs besoins et modes de déplacements des passagers. Dans le secteur énergétique, la plateforme offre des moyens de prédictions et d'optimisation de consommation tenant compte des nouveaux modes d'usage et de production (bâtiments écoresponsables, flottes de véhicules électriques, énergies renouvelables).
- **TREC** permet à des acteurs du secteur du transport de concevoir de nouvelles architectures fiables, sûres et optimisées pour la haute disponibilité de systèmes embarqués temps réel critiques.
- Enfin, **VITAL** sert de support aux expérimentations menées par les développeurs d'applications dédiées à l'analyse de contenus multimédia et multilingues. Pour les acteurs technologiques, la plateforme facilite l'intégration et l'évaluation de nouveaux algorithmes dans un environnement flexible, robuste et ayant la capacité de passer à l'échelle, et permet de déployer et d'administrer des chaînes de traitements à partir de données issues d'Internet et des réseaux sociaux. Pour les utilisateurs, elle offre de nouvelles méthodes de recherche ciblée et contextualisée, plus pertinentes et efficaces que les moteurs de recherche classiques.

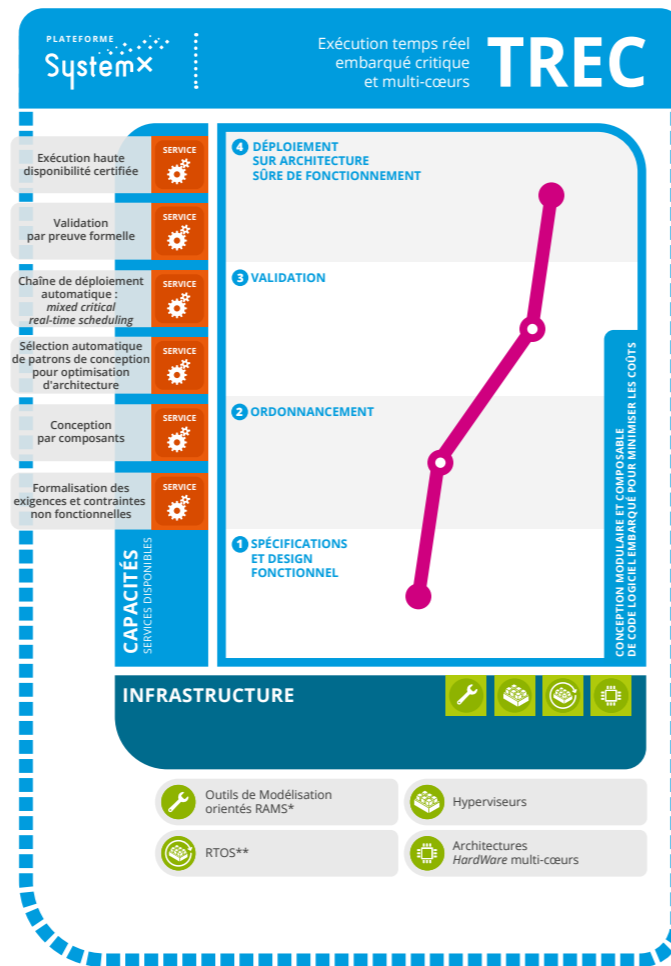
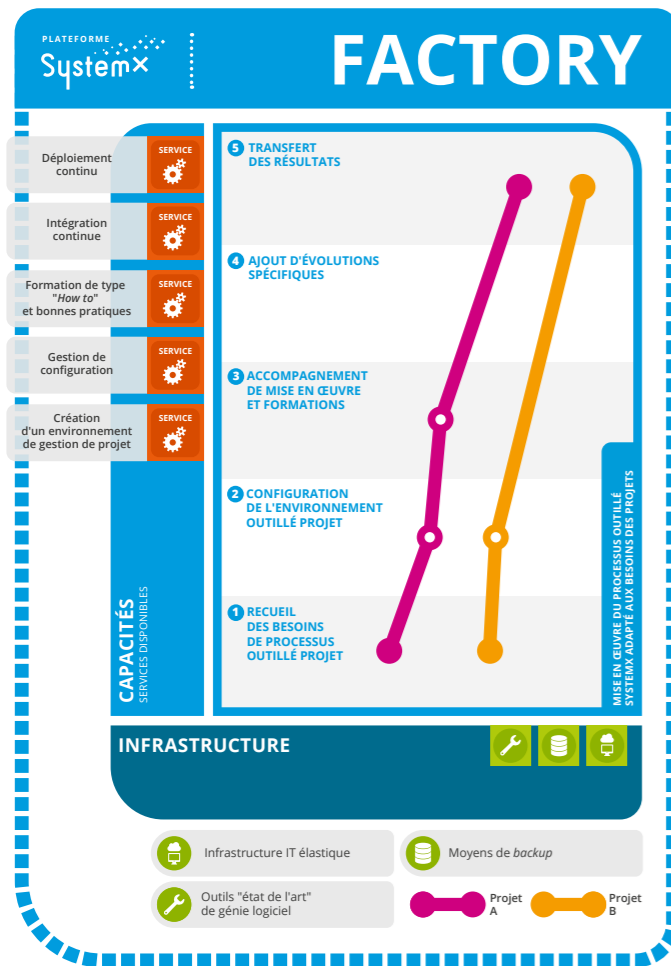


.....
Plateforme CHES
 Simulation et analyse
 pour l'évaluation de
 la cybersécurité des
 architectures de systèmes

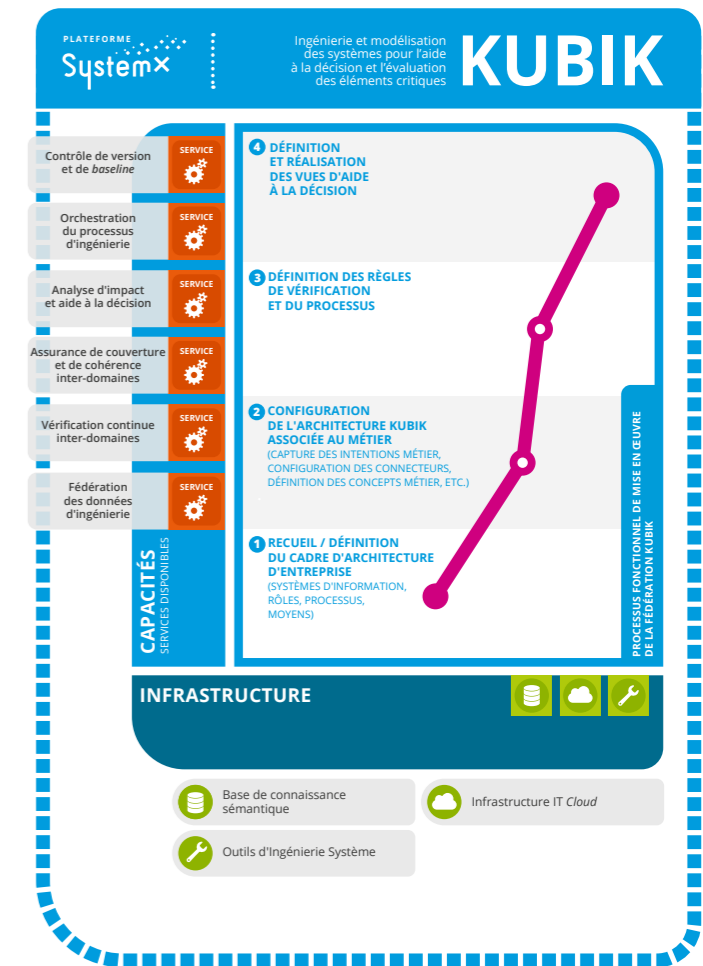
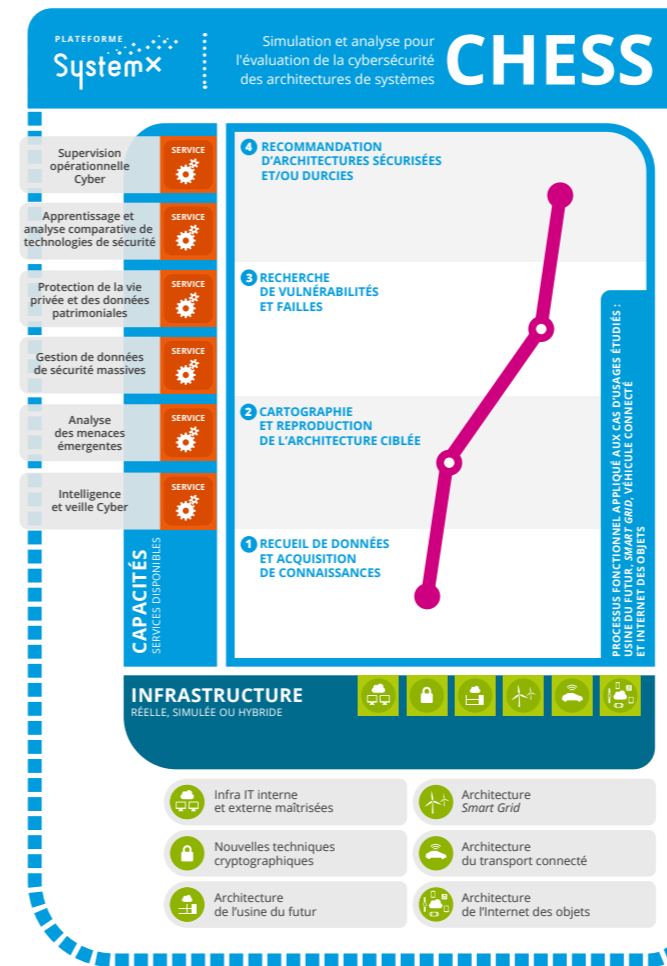
Quels sont les objectifs de développement de la direction des plateformes ?

Au cours de la période 2016-2020, nous allons œuvrer à développer nos plateformes technologiques en suivant trois axes :

- Le rayonnement et la communication autour des services offerts afin de susciter de nouvelles opportunités de mutualisation et de cas d'usage.
- L'enrichissement des plateformes existantes, notamment par une veille technologique permanente, et la création de nouvelles plateformes pour répondre aux besoins et enjeux émergents en matière d'ingénierie numérique des systèmes.
- Le développement de nouveaux modes d'usages qui permettront à des acteurs externes aux projets de l'IRT SystemX de bénéficier des apports technologiques proposés par nos plateformes.



*Reliability, Availability, Maintainability, Safety **Real-Time Operating System



FACTORY

Plateforme collaborative offrant un cadre méthodologique et des moyens d'infrastructure dimensionnés « à la demande » pour la production, la réutilisation et le transfert de livrables numériques.

TREC

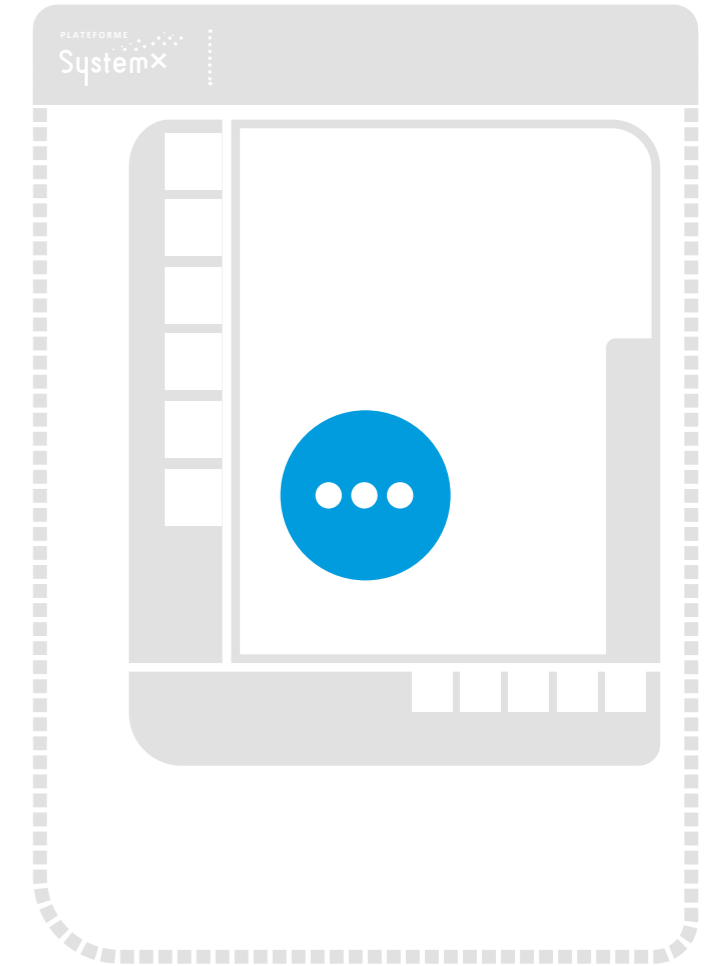
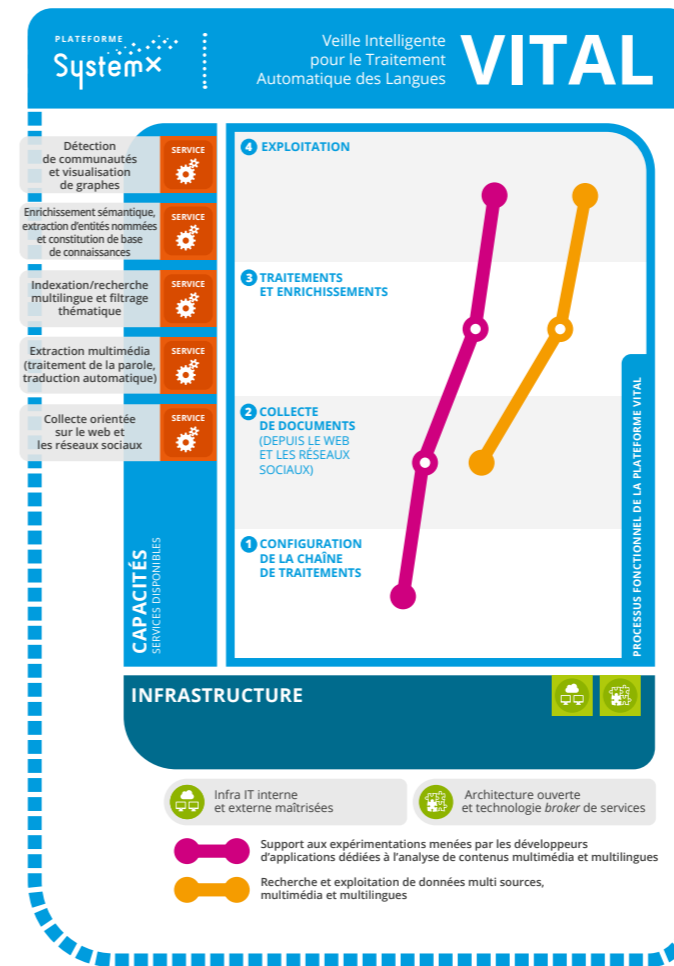
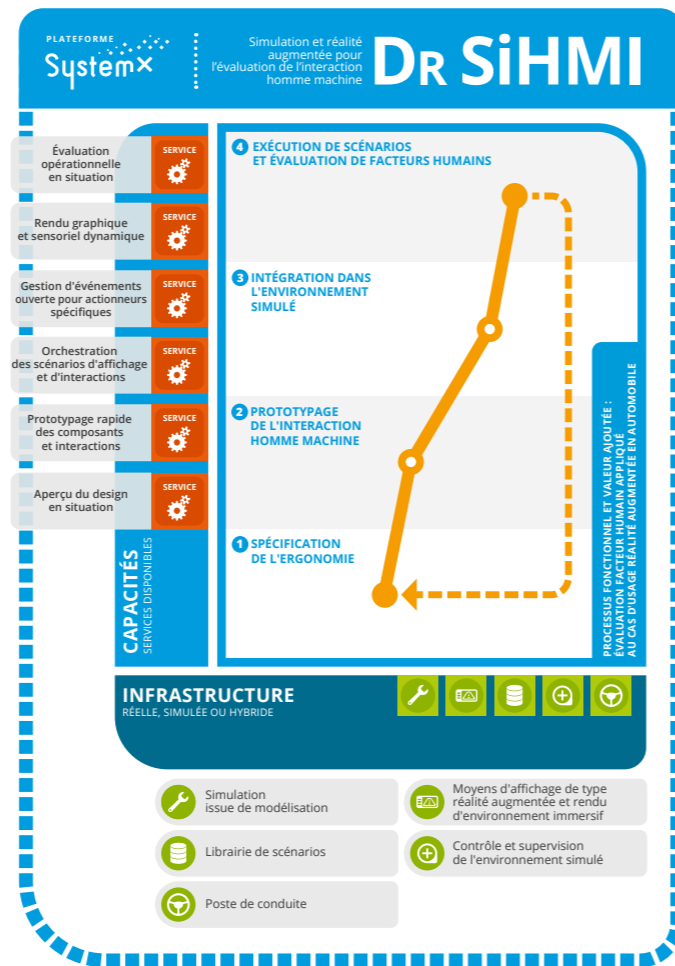
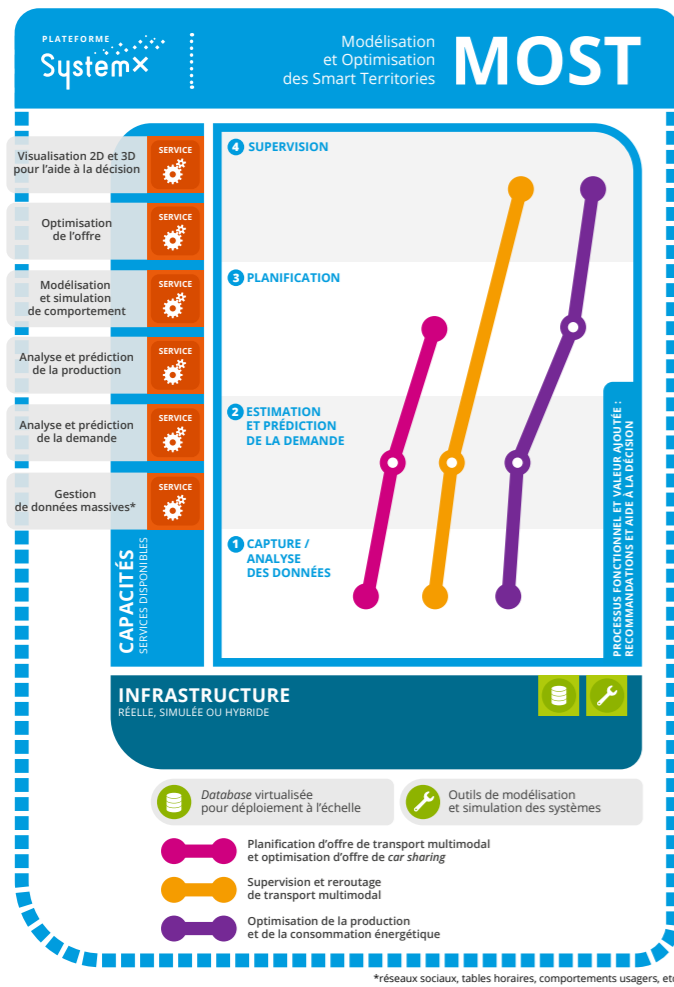
Plateforme de développement pour l'exécution de logiciels temps réel embarqué critique sur des architectures multi-cœurs.

CHES

Plateforme de simulation et d'analyse pour l'évaluation de la cybersécurité des architectures de systèmes.

KUBIK

Plateforme d'ingénierie et de modélisation des systèmes pour l'aide à la décision et l'évaluation des éléments critiques.



MOST

Plateforme de modélisation et de simulation pour l'optimisation et la supervision des territoires intelligents.

Dr SiHMI

Plateforme de simulation et de réalité augmentée pour l'évaluation de l'Interaction Homme Machine.

VITAL

Plateforme de veille intelligente pour le traitement automatique de données multimédia multilingues.



Daniel Krob
Directeur Scientifique
et Technologique,
IRT SystemX

“Au service des programmes et projets de l’institut, la Direction Scientifique et Technologique définit et met en œuvre la stratégie scientifique de l’IRT SystemX.”

Quelles sont les missions de la Direction Scientifique et Technologique ?

La Direction Scientifique et Technologique de l’IRT SystemX, créée en février 2015, se positionne au service des projets et des programmes de l’institut. Elle définit et met en œuvre la stratégie scientifique de SystemX. À cette fin, elle identifie et structure les défis scientifiques à résoudre et les réponses scientifiques à apporter aux problématiques industrielles.

La direction a également un rôle d’animation scientifique au sein de l’institut, pour soutenir et accompagner sa croissance sur le plan scientifique et la coordination des relations avec les partenaires de la recherche publique et de l’enseignement supérieur de notre institut.

La Direction Scientifique et Technologique est enfin en charge de la coordination avec le Conseil Scientifique et Technologique et de la représentation de l’IRT SystemX au sein de la communauté scientifique nationale et internationale, dans le domaine de l’ingénierie numérique des systèmes.

Quels sont les principaux axes scientifiques de l’IRT SystemX ?

La recherche scientifique au sein de notre institut s’articule autour de trois grands axes de recherche transverses, centraux aux problématiques industrielles actuelles en matière de transformation numérique :

LES USAGES ET LA COLLABORATION

Tout processus de conception d’un système complexe repose fondamentalement sur la compréhension de la valeur du système pour ses parties prenantes, ce qui nécessite de commencer par une analyse fine des usages et des besoins. À ce stade, la mise en place de méthodes collaboratives de conception est également une condition sine qua non de « bonne » conception pour que tous les points de vue puissent être intégrés dans l’architecture du système.



LA MODÉLISATION ET L’OPTIMISATION

La deuxième étape du processus de conception d’un système est la modélisation systémique où l’on doit capturer formellement les différentes vues opérationnelles, fonctionnelles, organiques et dysfonctionnelles de systèmes hétérogènes multi-échelles. Plusieurs choix de conception émergent alors et il faut pouvoir les comparer pour aboutir au système « optimal ». Une étape de vérification permettra également de valider que le système modélisé répond bien à ses spécifications.



LA SIMULATION ET LES INFRASTRUCTURES

La dernière étape du processus de conception d’un système est la simulation et l’implémentation du système. Celle-ci consiste à simuler les dimensions multiphysiques et hybrides des systèmes tout en couplant différentes échelles et en intégrant des interventions humaines. Les infrastructures numériques sous-jacentes jouent également un rôle clé car leurs performances techniques sont intimement liées aux performances fonctionnelles des simulations de systèmes.

Ces trois axes interviennent les uns après les autres dans la chaîne d’ingénierie numérique d’un système complexe, thématique centrale autour de laquelle est organisé l’ensemble de nos activités de recherche et de transfert.

Quelles sont les perspectives pour votre direction à l’horizon 2020 ?

Depuis le lancement de notre institut, nous avons développé une masse critique de compétences scientifiques en ingénierie numérique des systèmes. Ces compétences, réparties au sein de nos projets de recherche et plateformes technologiques, touchent de nombreuses disciplines (l’algorithmique, la cybersécurité, la réalité augmentée, etc.) ainsi qu’une multitude de secteurs (le transport, la gestion de l’énergie, les objets connectés, etc.). Notre premier objectif est de consolider ce référentiel de compétences en renforçant l’expertise de nos projets et en identifiant les nouveaux besoins des industriels afin de les accompagner dans leur transformation numérique.

La Direction Scientifique et Technologique s’est fixée un second objectif à l’horizon 2020 : assurer le rayonnement académique et scientifique de l’IRT SystemX auprès de ses pairs à l’échelle nationale et internationale. Pour ce faire, nous allons continuer à nous appuyer sur l’écosystème innovant du campus Paris-Saclay, qui capitalisera en 2020 près de 20 % de la recherche française. Nous allons également poursuivre nos activités de valorisation de nos activités scientifiques au travers de plusieurs actions de communication.



Séminaires scientifiques organisés en 2015

29 JANVIER
Design Margins
Claudia Eckert,
Open University, Royaume-Uni

19 MARS
From Flop to Success in Academic Software Development
Gaël Varoquaux,
Inria, France

23 SEPTEMBRE
Architecture des systèmes complexes
Daniel Krob,
IRT SystemX, France

6 OCTOBRE
De quoi la complexité est-elle le nom ?
Jacques Printz,
CNAM, France

20 OCTOBRE
Safe Fully Automated Driving on Roads and Highways: Pie in the Sky or Future Reality?
Gérard Le Lann,
Inria, France

12 NOVEMBRE
Être agile dans un projet scientifique
Christian Surace,
CNRS, France

25 NOVEMBRE
Partenariat pour la recherche et le développement de solutions intelligentes aux problématiques de la ville
Sébastien Tremblay,
Université Laval, Canada

8 DÉCEMBRE
Integrating Electric Vehicles in Existing Fleets
Jakob Puchinger,
IRT SystemX, France



Étienne de Pommery
Directeur Programme
« Ingénierie Systèmes »,
IRT SystemX
@edpom

“Accompagnons la transformation numérique du métier de l'ingénieur.”

Quels sont les principaux enjeux du Programme Ingénierie Systèmes ?

L'ingénieur numérique de demain va devoir travailler de plus en plus en interopérabilité. Aujourd'hui, on observe qu'une évolution de l'organisation et des méthodes de travail des industriels est indispensable pour ceux qui veulent franchir le pas de la mutation numérique. Bien que les nombreux intervenants dans le domaine de l'ingénierie des systèmes raisonnent de manière conceptuelle sur un même objet, la prise de décision se fait dans des espaces techniques bien séparés qui ne facilitent pas la mise en relation ni ne permettent de détecter d'éventuelles divergences de points de vue. Ce cloisonnement crée ainsi des points de ruptures technologiques entre les différentes ingénieries. Il en résulte une difficulté à raisonner de manière globale sur un projet et à gérer correctement le cycle de vie du produit et du processus pour réagir rapidement à ces changements de besoin et de spécification.

Le programme Ingénierie Systèmes va permettre à tous les acteurs de l'ingénierie de gérer et d'optimiser leurs marges de conception des produits et des systèmes complexes grâce à de nouveaux outils et de nouvelles méthodologies qui s'appuient sur les technologies numériques.

Quelles sont les perspectives de développement pour votre programme ?

Dans le cadre de la feuille de route 2016-2020, le programme Ingénierie Systèmes va développer des projets de recherche sur la résolution agile des problématiques d'ingénierie industrielle, la gestion des risques et des incertitudes et l'ingénierie système collaborative, principalement avec des partenaires issus des secteurs de l'aéronautique, de la défense, de l'automobile et du naval.



Plus spécifiquement, le programme va œuvrer pour répondre aux défis industriels suivants :

- Modéliser et simuler des systèmes hétérogènes à grande échelle pour l'aide à la décision et la gestion des marges de conception.
- Concevoir des architectures modulaires et réutilisables par des méthodes d'ingénierie agiles.
- Développer des méthodes et des outils pour des systèmes « corrects par conception ».
- Assurer la continuité numérique dans la gestion du cycle de vie des systèmes.
- Garantir la qualité de service et les performances des systèmes.

Quels faits marquants reprenez-vous pour l'année 2015 ?

L'un des principaux faits marquants de l'année écoulée est le lancement du projet Ingénierie Système Collaborative (ISC) en avril 2015. Lancé dans un contexte de projets de défense, il vise à faciliter la collaboration entre les différentes parties prenantes en leur donnant les outils nécessaires qui assureront la cohérence globale des données d'ingénierie et une meilleure prise de décisions.

Parmi les autres projets du programme Ingénierie Systèmes, OpenAltaRica (OAR) a opéré sa montée en puissance notamment par la mise à disposition d'une première version de la plateforme via un site internet dédié. Les projets Algorithmique Parallèle (APA), Réduction de modèles et Optimisation Multiphysique (ROM), Simulation et Ingénierie Multidisciplinaire (SIM) et Standards & Interopérabilité PLM (SIP) ont poursuivi leur développement pour donner lieu à de nombreux résultats techniques et publications scientifiques. Ils se termineront au cours de l'année 2016 et seront prolongés par de nouveaux projets capitalisant sur leurs résultats et l'expérience acquise.

Les nombreux résultats scientifiques, techniques et méthodologiques de ces projets ont été capitalisés par l'IRT SystemX au sein de plateformes technologiques et chez les partenaires des projets au travers de cas d'application industriels, mais aussi diffusés par le biais de publications scientifiques ou à l'occasion de conférences nationales et internationales.



ALGORITHMIQUE PARALLELE

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :
Yves Tourbier

DURÉE DU PROJET :
36 mois (lancé en décembre 2013)

PARTENAIRE INDUSTRIEL :
ESI Group

PARTENAIRE ACADÉMIQUE :
CentraleSupélec

THÈSE :
• Domain decomposition methods on parallel architectures for car crash simulation

L'enjeu actuel est de pouvoir utiliser au mieux les machines massivement parallèles disposant de plus de 200 000 cœurs et/ou répartis sur des sites géographiques distincts (*Cloud Computing*). Pour pouvoir utiliser au mieux ces nouvelles architectures parallèles, les logiciels sont contraints d'augmenter leur degré de parallélisme. Les algorithmes classiques sont mal adaptés à un tel nombre de cœurs car la plupart nécessitent des synchronisations régulières et fréquentes. Or la multiplication des communications entre les cœurs est un facteur limitant la performance. C'est pourquoi les algorithmes asynchrones apparaissent aujourd'hui comme une alternative séduisante.

L'ambition du projet APA est d'analyser et de développer de nouveaux algorithmes asynchrones qui n'ont pas connu beaucoup de développement et peu d'applications à ce jour. Ceci est principalement dû au fait que les algorithmes asynchrones existants sont moins efficaces que les algorithmes classiques dans les situations où les communications ne sont pas la contrainte principale.

Avec l'apparition de machines disposant de plus de 200 000 cœurs, ou réparties sur différents sites, ces algorithmes présentent désormais un intérêt certain, en s'affranchissant des synchronisations régulières et fréquentes dans les algorithmes, sous réserve de parvenir à développer de nouveaux algorithmes asynchrones robustes et performants.

FAITS MARQUANTS 2015

- Réalisation d'une démonstration pour l'événement Future@SystemX 2015 pour illustrer la problématique du temps de calcul dans les simulations en ingénierie.
- Publication d'articles scientifiques.

PERSPECTIVES 2016

- Une fois les performances évaluées et consolidées, une implémentation pourra être envisagée chez le partenaire industriel du projet afin d'améliorer les performances de ses solutions de simulation.
- Un dépôt de brevet est envisagé.



INGÉNIERIE SYSTÈME COLLABORATIVE

PROJET 2015

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :

Laurent Descombes

DURÉE DU PROJET :

60 mois (lancé en avril 2015)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :

Dassault Aviation, DCNS, Thales

PARTENAIRES ACADEMIQUES :

Chaire Systèmes Complexes (Ecole Polytechnique, Télécom ParisTech, ENSTA ParisTech)

De nos jours, la complexité des systèmes est une réalité très pragmatique que de plus en plus d'ingénieurs doivent affronter et surmonter tout au long du cycle de vie d'un système industriel. Cette complexité se retrouve de fait dans la totalité des grandes phases d'ingénierie d'un système, depuis l'analyse des besoins jusqu'à sa validation finale en passant par sa phase d'intégration.

L'extrême hétérogénéité des besoins et des contraintes impactant la définition d'un système industriel conduit en pratique à définir des solutions d'ingénierie au cas par cas. Une conséquence de cette situation est la prédominance de solutions d'ingénierie *ad hoc* et d'outils de spécifications totalement informels qui ne permettent pas une fluidification optimale des échanges.

L'objectif du projet ISC est de participer à la révolution des pratiques d'ingénierie, et d'accompagner la transition numérique du métier de l'ingénieur, en facilitant la collaboration entre les parties prenantes d'un projet (différentes selon les métiers, les étapes du cycle de vie, les zones géographiques, etc.) pour assurer la cohérence globale et l'efficacité du système. Se situant dans un contexte de projets de défense, le projet vise :

- La maîtrise de la complexité : fluidification des données entre parties prenantes.
- La maîtrise des coûts et des risques : renforcer la vision stratégique de donneurs d'ordres en réduisant le temps de mise sur le marché grâce à un outil collaboratif performant.

FAITS MARQUANTS 2015

- Mise en place de la gouvernance du projet en collaboration avec ses partenaires.
- Avancement sur l'état de l'art et des pratiques concernant d'une part les processus collaboratifs et les plateformes collaboratives, et d'autre part l'évaluation d'architecture.
- Démonstrations au *workshop AFIS EMEA 2015*.

PERSPECTIVES 2016

- Sur la base d'un cas d'usage proposé par les partenaires, les services d'une plateforme d'ingénierie système collaborative seront identifiés, caractérisés puis prototypés.



OPENALTARICA

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :

Michel Batteux

DURÉE DU PROJET :

60 mois (lancé en octobre 2014)

PREMIUM :

AltaRica Association, Apsys, Safran, Thales

ADHERENTS :

Alstom, Renault, Siemens

THÈSE :

• Vérification probabiliste de propriétés de modèles AltaRica 3.0

AltaRica est un langage « haut niveau » de modélisation dédié à l'analyse du risque (sûreté, fiabilité, performance). Il s'inscrit dans le domaine du *Model-Based Safety Assessment* (MBSA) dont le but est de réduire l'écart conséquent entre les spécifications des systèmes étudiés et les modèles « bas niveau » associés d'analyse du risque (arbres de défaillance, schémas blocs-diagramme, etc.); cet écart ayant une répercussion importante (en temps et risques d'erreurs) à chaque modification des spécifications.

AltaRica a continuellement évolué depuis sa création à la fin des années 1990. La dernière version du langage, AltaRica 3.0, est le cœur du projet OpenAltaRica. Elle améliore la seconde version AltaRica *Data-Flow* dans son expressivité et sa facilité d'utilisation.

L'objectif principal du projet OpenAltaRica est de développer l'écosystème autour de la dernière version AltaRica 3.0 du langage pour l'analyse du risque de systèmes complexes. Cet objectif se découpe en deux axes :

- Construire la plateforme logicielle OpenAltaRica, basée sur AltaRica 3.0, dédiée à l'analyse du risque des systèmes complexes.
- Fédérer la communauté en fournissant l'opportunité de réaliser des expérimentations d'analyse du risque basées sur AltaRica 3.0 ; ainsi que renforcer l'avantage compétitif de l'industrie française dans ce domaine MBSA.

FAITS MARQUANTS 2015

- Participation à la conférence ESREL 2015 (conférence européenne sur les problématiques de sûreté et de fiabilité).
- Présentation des travaux du projet OAR au séminaire Francilien de Sûreté et de Fonctionnement et au *workshop AFIS EMEA 2015*.
- Réalisation d'un site Internet et d'un forum dédiés au projet OpenAltaRica : www.openaltarica.fr.

PERSPECTIVES 2016

- Publications au congrès Lambda-Mu 2016 et au *workshop IMBSA 2016*.
- Soumission d'articles à différents journaux scientifiques spécialisés.
- Organisation d'un *workshop* dédié au projet OpenAltaRica.
- Après la mise à disposition d'une première version de la plateforme OpenAltaRica sur un site internet dédié, la communauté d'utilisateurs et d'adhérents au projet va continuer à se développer en 2016 en s'appuyant sur les avancées techniques du projet et de leur diffusion.



RÉDUCTION DE MODÈLES ET OPTIMISATION MULTIPHYSIQUE

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :

Yves Tourbier

DURÉE DU PROJET :

36 mois (lancé en juillet 2013)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :

Airbus Group, Cenaero, ESI Group, Renault, Safran

PARTENAIRES ACADÉMIQUES :

CentraleSupélec, Inria, Supméca, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (UVSQ)

THÈSES :

- *Surface shapes optimization under vibro-acoustic and endurance criteria*
- *Shape optimization of composite structures*
- *Aerodynamic or structure cost functions sensitivities calculation regarding the design parameters*
- *Methodology for the generation of dynamic reduced models ; Application to the variable blade system of an aircraft engine*
- *Bayesian Optimization in high dimension*

Le projet ROM vise à améliorer les processus de conception des systèmes complexes pour en abaisser les coûts et les délais. Ce projet concerne les systèmes complexes qui ont un temps de calcul et un espace de conception très importants. Il s'adresse aux marchés de l'automobile et de l'aéronautique notamment.

L'objet du projet ROM est de :

- Fournir un ensemble d'outils scientifiques et technologiques permettant la conception de systèmes multiphysiques complexes.
- Développer des outils permettant d'évaluer la qualité des modèles développés et des résultats des simulations (vérification & validation des modèles).
- Mettre en place une plateforme intégrative et démonstrative intégrant à la fois les outils scientifiques et technologiques développés dans ce projet et des outils logiciels (libres ou propriétaires) permettant la réalisation de cas-test industriels issus des secteurs aéronautique et automobile.

FAITS MARQUANTS 2015

- Présentation chez Renault d'une optimisation de forme à partir d'une CAO (Conception Assistée par Ordinateur) paramétrée et d'un solveur adjoint en structure et CFD (*Computational Fluid Dynamics*).
- Dispense d'un cours de Master 2 à l'École Centrale de Lyon (Conception optimale).
- Communication sur plusieurs événements : colloque CSMA, congrès ASME à Boston, CFM à Lyon, JJCAB à Besançon, etc.
- Publication d'articles dans des journaux scientifiques internationaux.
- Démonstrations à l'occasion de Future@SystemX 2015.

PERSPECTIVES 2016

- Les méthodes de réduction de modèles étudiées ont montré un potentiel intéressant et seront expérimentées dans des projets industriels chez Renault en 2016. Par ailleurs, les avancées en optimisation robuste ou optimisation géométrique donneront lieu à des études plus poussées, et à des applications industrielles prototypées dans le cadre d'un futur projet en 2016.



SIMULATION ET INGÉNIERIE MULTIDISCIPLINAIRE

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :

Yves Baudier

DURÉE DU PROJET :

36 mois (lancé en juin 2013)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :

Airbus Defence & Space, Airbus Group, Esterel Technologies, Renault

PARTENAIRES ACADÉMIQUES :

CentraleSupélec, ENSTA ParisTech, Supméca

THÈSES :

- *Extension of the TTRS theory to multi-physics for architecture simulation of systems during conceptual design : thermal application*
- *Using Systems Engineering Methods to Support Multidisciplinary Collaborative Model Development Process*
- *Improving collaborative engineering design in a project context based on simulation exchange models in early development phases*
- *Theoretical modeling and associated processes for Model Architects in a multidisciplinary simulation environment*
- *Formalization and Validation of Complex Systems Architectures and associated Requirements within a Model Based Systems Engineering approach*

Le projet SIM vise à imaginer les outils de l'« architecte véhicule » et les méthodes de collaboration multidisciplinaires « à base de modèles » pour l'ingénierie des futurs véhicules (voiture hybride, avion plus électrique), répondant aux enjeux environnementaux, d'efficacité énergétique, de confort et de sécurité du passager.

Un enjeu particulièrement important pour l'industrie consiste à :

- Mettre en place un grand nombre de modèles comportementaux interopérables, multi-systèmes, multiphysiques et multi-échelles.
- Construire des hiérarchies de modèles permettant de représenter le comportement physique d'un système (véhicule ou sous-ensemble de véhicule).
- Collaborer entre architecte/intégrateur et fournisseur de sous-systèmes dans un cadre intégré en partageant des modèles. Il s'agit par exemple de pouvoir construire une architecture fonctionnelle et comportementale d'un véhicule hybride à impact environnemental réduit, fondée sur des modèles interopérables, multiphysiques et multi-échelles, dans un environnement multi-entreprises (pouvoir intégrer des modèles produits par des partenaires/sous-traitants), et ceci avec un niveau de qualité garanti (de représentativité par rapport au réel).

La mise en place d'outils au niveau « architecture système » fondés sur des modèles comportementaux de natures différentes est un point clé et encore aujourd'hui un verrou pour aborder efficacement ensuite les analyses de performances et les optimisations multidisciplinaires nécessaires à la conception de systèmes.

FAITS MARQUANTS 2015

- Démonstration sur le thème de la conception guidée par la simulation à l'occasion de l'événement annuel Future@SystemX 2015 et du *Workshop AFIS EMEA 2015*.
- Présentation du projet à l'occasion de la journée d'étude organisée par la SIA (Société des Ingénieurs de l'Automobile) sur le thème de la simulation numérique pour la décision en ingénierie des systèmes complexes.

PERSPECTIVES 2016

- En 2016, le projet SIM se termine et les résultats seront exploités dans le cadre d'applications industrielles développées au sein d'un nouveau projet. Le concept de *Model Identity Card (MIC)* est prometteur et sa diffusion auprès de la communauté industrielle est au cœur de ce futur projet. Une première implantation est en cours de prototypage chez un éditeur de logiciels. La capitalisation des travaux effectués sur le projet se fera en grande partie via la plateforme KUBIK.



STANDARDS & INTEROPÉRABILITÉ PLM

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :

Nicolas Figay

DURÉE DU PROJET :

36 mois (lancé en octobre 2013)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :

Airbus Group Innovations, Boost Conseil, Dassault Aviation, Datakit

PARTENAIRES ACADÉMIQUES :

Université Paris 8 (LISMMA)

THÈSES :

- *Contribution to the establishment of an interoperability approach in the context of extended PLM*
- *Simulation software interoperability in a collaborative, multi-disciplinary and multi-organizational environment*

Le projet SIP cherche à harmoniser les processus et les solutions PLM (*Product Lifecycle Management*) au sein de l'industrie manufacturière pour créer une dynamique numérique dans l'ensemble de l'écosystème et faciliter les échanges sur la chaîne de sous-traitance. Le projet veut ainsi créer une méthodologie et une plateforme test pour accélérer l'implémentation des standards et l'interopérabilité PLM, basée sur une approche *opensource/COTS* permettant de prototyper et valider des procédés d'interopérabilité à un coût maîtrisé.

Les résultats du projet, et notamment le *testbed* (banc d'essai) d'évaluation des standards et de leur implémentation, doivent s'intégrer dans le paysage de la standardisation de façon à faire comprendre les enjeux industriels associés aux standards et piloter leur évolution en fonction de cibles d'implémentation agréées, avec le niveau de maturité requis. Ainsi le projet SIP doit être un moteur pour créer, autour de sa plateforme, une communauté.

Un premier cercle de partenaires est nécessaire pour mettre en place l'architecture du *testbed*, et le valider sur des premiers cas industriels. Un second cercle de partenaires devra rapidement voir le jour, afin d'alimenter la première version de la plateforme de nouveaux cas, et en particulier de réaliser une extension des cas au sein d'une filière industrielle, et également en trans-filières. Le cercle des universitaires est composé des universités et laboratoires intéressés par la thématique, certains faisant partie du premier cercle, les autres étant régulièrement consultés et informés.

FAITS MARQUANTS 2015

- Engagement d'un nouveau partenariat industriel avec Dassault Aviation.
- Influence sur l'écosystème du PLM et exploitation des résultats au sein de nouveaux projets partenaires.
- Présentation des travaux au travers de quatre parutions dans des journaux internationaux et cinq interventions lors de conférences.
- Concrétisation des liaisons avec les organisations liées à la standardisation PLM et à sa mise en œuvre par la participation à plus de 20 événements ou à des groupes de travail.

PERSPECTIVES 2016

- En 2016, un partenariat entre l'IRT SystemX et l'AFNeT (Association Française des utilisateurs du Net et de la Société en Réseau) sera mis en place afin d'intensifier la diffusion des résultats du projet, et permettre l'élargissement du cercle des partenaires industriels. En particulier, la collaboration avec des acteurs d'autres filières industrielles sera initiée.



Paul Labrogère

Directeur Programme
« Transport Autonome »,
IRT SystemX

@PaulLabrogere

“Sécurisons l'intelligence embarquée du véhicule autonome.”

Quels sont les principaux enjeux du Programme Transport Autonome ?

Les citoyens veulent pouvoir se déplacer rapidement et en toute sécurité. La mobilité urbaine est donc amenée à changer progressivement de forme : nos véhicules doivent devenir plus connectés et plus autonomes pour répondre à ce besoin sociétal. Équipés de capteurs et de systèmes de commande innovants, les nouveaux véhicules contribueront à renforcer la sécurité routière et à dégager à terme, en toute sécurité, un nouveau temps libre ou productif pour les conducteurs. Ils permettront également de fluidifier le trafic, de développer de nouveaux services de transport public souples et adaptables en fonction des flux, et de rendre le transport plus accessible aux personnes en situation de handicap, aux personnes âgées et aux publics les plus vulnérables. Nous entrons dans une révolution technologique en matière de conception et de validation des systèmes.

Le programme Transport Autonome va permettre à tous les acteurs de la filière des transports d'intégrer le numérique dans leurs produits et systèmes, grâce à de nouvelles architectures sécurisées et sûres intégrant les nouveaux usages, les systèmes embarqués critiques et l'évolution des infrastructures.

Quelles sont les perspectives de développement pour votre programme ?

Dans le cadre de la feuille de route 2016-2020, le programme Transport Autonome va relever des défis industriels pour le développement et le déploiement de services et solutions de transport autonome en menant des projets de recherche sur l'architecture du système numérique, la fusion des capteurs et décisions, les véhicules autonomes, coopératifs, sûrs et fiables, l'interaction et l'ergonomie des usages et la cybersécurité des transports intelligents.



Plus spécifiquement, le programme va œuvrer pour répondre aux défis industriels suivants :

- Modéliser et simuler des systèmes de transport autonome.
- Concevoir des architectures sûres et prêtes aux évolutions pour le transport autonome.
- Développer des plateformes matérielles et logicielles sécurisées et sûres.
- Garantir la gestion optimale du trafic.
- Opérer la cohérence des interactions humain / véhicule / environnement.

Quels faits marquants retenir pour l'année 2015 ?

En 2015, les équipes du programme Transport Autonome ont mené à terme de nombreuses activités de recherche et de transfert technologique : le développement de l'hyperviseur *open source* qui a profité à notre partenaire Open Wide, la mise au point de la technologie *Computer-aided safety methodology* (environnement intégré permettant d'assister les ingénieurs dans leurs analyses de sûreté de fonctionnement) ou encore la valorisation des produits d'Estrel Technologies et Krono-Safe sur des systèmes ferroviaires d'Alstom. Le programme a également participé à plusieurs expérimentations sur des systèmes de conduite autonome, des nouvelles technologies de capteurs et des modules de gestion d'identité numérique. Par ailleurs, le projet SVA (Simulation pour la sécurité du Véhicule Autonome) a été lancé en 2015. Ce projet vise à rendre possible la validation et la sécurité du système que constitue le véhicule autonome, sur la base de simulations.

L'année écoulée a donc été très riche pour le programme, dont les résultats ont permis une fluidification entre les constructeurs et équipementiers, ainsi que des gains de compétitivité importants (délais, coûts et qualité), en intégrant des partenaires PME et ETI très tôt dans le cycle d'innovation.



ÉLECTRONIQUE ET LOGICIEL POUR L'AUTOMOBILE

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :

Witold Klaudel

DURÉE DU PROJET :

36 mois (lancé en juillet 2013)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :

Continental, Intempora, Open Wide, PSA Peugeot Citroën, Renault, Valeo

PARTENAIRES ACADÉMIQUES :

CEA, ESTACA, Institut Mines-Télécom, Université Paris-Sud

THÈSES :

- *High integrity virtualization for multi-core platform*
- *Defining a metric of embeddability for computer vision algorithms applied to the ADAS*
- *Hierarchical scheduling for applications and virtual machines with multiple criticality in embedded ECU*
- *Methods for multicore realtime embedded application design in automotive*

Le projet ELA répond aux nouveaux défis technologiques et économiques de la voiture connectée et des systèmes d'aide à la conduite (ADAS). Sa principale mission est de proposer une nouvelle architecture de l'électronique embarquée dans l'automobile et de choisir, adapter ou développer ses composants technologiques. La voiture, aujourd'hui, ne peut plus être isolée dans son environnement.

Ce dernier, de plus en plus communicant, évolue en permanence et se trouve à l'origine de nouvelles opportunités d'usage, allant néanmoins de pair avec de nouvelles menaces. La voiture doit être préparée à évoluer tout en préservant sa sûreté de fonctionnement et un coût maîtrisé. Les architectures embarquées actuelles ne parviennent pas encore à relever ce défi.

Dans le cadre du projet ELA, il s'agit de répondre à ce défi et de donner un nouveau souffle à l'ingénierie française en rassemblant partenaires académiques et équipementiers industriels sur un même lieu : l'IRT SystemX.

FAITS MARQUANTS 2015

- Démonstrations des travaux à l'occasion de plusieurs événements : Future@SystemX, Convention du Pôle Systematic Paris-Region et Forum des IRT.

PERSPECTIVES 2016

- Finalisation de tous les travaux de recherche, implémentations de tous les cas d'application et mise en place d'un démonstrateur commun qui intégrera l'ensemble des cas d'application dans une architecture commune.
- Adaptation d'une solution de virtualisation *open source* permettant de maîtriser et favoriser l'adoption de cette solution par l'industrie automobile.
- Transferts méthodologiques vers les équipes d'ingénieries des partenaires pour la conception et la mise au point des systèmes embarqués pour le véhicule autonome et connecté.
- Formalisation de l'analyse de Cybersécurité.



FIABILITÉ ET SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :

Élie Soubiran

DURÉE DU PROJET :

36 mois (lancé en mai 2013)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :

Alstom, APSYS, Esterel Technologies, Krono-Safe, Scaleo Chip

PARTENAIRES ACADÉMIQUES :

CEA, Inria, Institut Mines-Télécom, Université Paris-Sud

THÈSES :

- *Definition of an execution platform for Mixed Criticality Systems integrating fault tolerance services in a multicore context*
- *Multiple-objectives architecture optimization by composition of model transformations*
- *Theorem Prover-Based Testing for Real-Time and Safety Critical Systems*

Le projet FSF vise à encourager l'émergence d'une filière autour des plateformes d'exécutions pour systèmes ferroviaires, aussi bien grandes lignes qu'urbains. Les volumes de production au regard du coût de développement nécessitent d'une part d'opter pour une plus grande genericité de ces produits et d'autre part de se baser plus largement sur l'intégration de COTS (composants pris sur étagère) tant matériels que logiciels. Les COTS logiciels sont typiquement des systèmes d'exploitation temps réel, des hyperviseurs ou des composants *middleware*.

Les COTS matériels étudiés dans le projet sont essentiellement des *system-on-chip* pour l'embarqué critique ayant la particularité d'intégrer des processeurs multi-cœurs. L'outillage pour le développement, l'analyse et la validation de système et de logiciel sont aussi mis en avant dans le projet.

Plus précisément, l'interfaçage d'outils et leur intégration dans un processus de conception industriel compatible avec les normes ferroviaires CENELEC (*European Committee for Electrotechnical Standardization*) sont valorisés. Par exemple, le couplage des outils d'analyse formelle pour la sûreté de fonctionnement et des outils de spécification système offre de la valeur ajoutée aux deux gammes de produits. Un autre exemple réside dans la spécialisation des outils de compilation et de déploiement des applicatifs ferroviaires sur la plateforme d'exécution FSF.

FAITS MARQUANTS 2015

- Seize publications et communications à caractère scientifique.
- Démonstrations et présentations à l'occasion de plusieurs événements : Future@SystemX, Workshop AFIS EMEA 2015, Séminaire francilien de sûreté de fonctionnement, plénière du groupe thématique Transports et Mobilité du Pôle Systematic Paris-Region.
- Co-organisation du workshop OCL 2015 satellite de la *Conference Models 2015*.

PERSPECTIVES 2016

- Démonstration des résultats du projet à l'occasion de l'événement annuel de l'IRT SystemX : Future@SystemX.
- Prototype d'environnement d'Ingénierie *Safety* en cours d'industrialisation par les partenaires industriels.
- Accompagnement de la montée en maturité de nouvelles fonctionnalités pour les partenaires fournisseurs de technologies.
- Création et transfert de fonctionnalités de la plateforme TREC pour les systèmes critiques mises au point sur un cas d'usage ferroviaire.



ITS SÉCURITÉ

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :
Brigitte Lonc

DURÉE DU PROJET :
36 mois (lancé en juillet 2014)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :
OpenTrust, Oppida, PSA Peugeot Citroën, Renault, Trialog, Valeo

PARTENAIRE ACADÉMIQUE :
Institut Mines-Télécom

Les véhicules de demain seront connectés et communicants avec leur environnement (véhicules et infrastructures routières) favorisant ainsi le développement de nouvelles applications ITS (*Intelligent Transport System*) pour l'amélioration de la gestion de trafic, de la sécurité routière et des services de mobilité et de confort. Cette révolution automobile engendre de nouveaux défis technologiques et économiques : la conception de véhicules coopératifs interopérables, un système de management de la sécurité pour les communications, ainsi que la préparation de systèmes fiables et sécurisés pour les futurs véhicules autonomes connectés. Ces systèmes communicants V2V/V2I (*vehicle-to-vehicle/vehicle-to-infrastructure*) vont donc avoir besoin de sécurité et de confiance numérique.

L'objectif principal du projet ISE est de mettre en œuvre l'infrastructure de gestion de sécurité de ces systèmes coopératifs ITS. L'enjeu est de taille car ces systèmes ITS doivent être capables de traiter des milliers de messages échangés par seconde en toute confiance et en apportant des garanties fortes de protection des données personnelles conformément aux législations nationales et directives européennes.

L'infrastructure de confiance (ICP, Infrastructure à Clés Publiques) développée dans le cadre du projet ISE devra donc répondre à une problématique de dimensionnement à grande échelle afin d'être en capacité de distribuer des milliards d'identités numériques vers les stations embarquées ITS. Par ailleurs, le projet ISE a pour second objectif la définition de processus et de systèmes de test permettant la certification de la sécurité des systèmes coopératifs ITS.

FAITS MARQUANTS 2015

- Présence au congrès mondial sur les ITS à Bordeaux du 5 au 9 octobre 2015.
- Contribution à la préparation du déploiement du système de sécurité dans un contexte français et européen, en particulier dans les consortiums européens (*Car2Car Communication Consortium*), et par des contributions à la plateforme C-ITS de la Commission Européenne.
- Participation à des réseaux d'excellence et groupes d'experts en cybersécurité et sur les avancées de la cryptographie.
- Démonstrations lors de Future@SystemX 2015.

PERSPECTIVES 2016

- Présentation des résultats du projet à l'occasion de Future@SystemX 2016 et du *plugtest* C-ITS mobility de l'ETSI en novembre 2016.
- Mise à disposition des modules d'un gestionnaire d'identité numérique au projet SCOOP@F pour la validation sur table, pistes et routes ouvertes.
- Mise en place d'une méthodologie pour les tests de conformité et de l'interopérabilité des boîtiers V2X.



LOCALISATION ET RÉALITÉ AUGMENTÉE

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :
Sabine Langlois

DURÉE DU PROJET :
36 mois (lancé en octobre 2013)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :
Alstom, Assystem, OKTAL, Renault, Sysnav, Valeo

PARTENAIRE ACADÉMIQUE :
CEA

THÈSES :

- *Designing cooperation principles for autonomous driving system*
- *Augmented Reality adaptative Human-Machine Interface for the autonomous automotive driving*

Le projet LRA s'adresse aux secteurs de l'automobile, pour le développement du véhicule autonome et connecté, et du ferroviaire, dans les évolutions des solutions de signalisation, dans un contexte où l'on observe une évolution majeure des technologies de localisation et des interactions conducteur/véhicule/environnement avec l'automatisation de la conduite d'un véhicule de transport. La combinaison de la Localisation et de la Réalité Augmentée assure aux véhicules automobiles et ferroviaires, performance et sûreté de fonctionnement à moindre coût.

La localisation pour le guidage est aujourd'hui en grande partie réalisée par le GPS pour l'automobile, et par des capteurs coûteux et sensibles à l'environnement pour le ferroviaire. Par ailleurs, de nouvelles modalités d'aide à la conduite telles que le fonctionnement de la voiture en mode autonome (mode qui permet au conducteur de déléguer la conduite au véhicule) nécessitent de repenser l'interaction homme-machine.

L'objectif du projet LRA est d'apporter au conducteur un système de localisation en rupture et d'enrichir les possibilités d'interaction du conducteur avec son véhicule grâce à la réalité augmentée. L'enjeu technologique du projet repose sur une complexité croissante des systèmes de localisation et d'aide à la conduite, avec l'émergence de nouvelles technologies de capteurs et d'IHM (Interface Homme-Machine) et à un moindre coût.

FAITS MARQUANTS 2015

- Présentations et démonstrations à l'occasion des NI Days, de Future@SystemX et de la Journée Utilisateurs du partenaire Oktal.

PERSPECTIVES 2016

- Réalisation des tests utilisateurs par la mise en œuvre de la plateforme de simulation Dr SiHMI et sur un cas d'usage de conduite de véhicule afin d'évaluer l'apport de la réalité augmentée.
- Évaluation expérimentale d'une nouvelle solution d'odométrie-tachymétrie pour la localisation fine en sûreté de fonctionnement pour les systèmes de signalisation urbains et suburbains.
- Preuve de concept de détection et reconnaissance d'objet dans un contexte ferroviaire afin d'aider le conducteur dans la connaissance de la ligne incluant acquisition et annotations vidéo, création d'une base de données d'images, apprentissage.



SIMULATION POUR LA SÉCURITÉ DU VÉHICULE AUTONOME

PROJET 2015

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :

Jean van Frank

DURÉE DU PROJET :

48 mois (lancé en février 2015)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :

All4Tec, Apsys, Assystem, Continental, Oktal, PSA Peugeot Citroën, Renault, Sector, Valeo

PARTENAIRES ACADÉMIQUES :

CEA, LNE, Université Technologique de Compiègne

THÈSE :

• Application des méthodes formelles à la maîtrise du développement des systèmes embarqués sur le véhicule autonome

Le projet SVA, lancé en février 2015 dans le cadre du plan Véhicule Autonome de la Nouvelle France Industrielle (NFI), a pour objectif de répondre par la simulation numérique au défi posé par la complexité de la démonstration de la sécurité du véhicule autonome. En effet, cette complexité, liée à la fois au grand nombre de situations que le conducteur rencontre sur la route, leur incertitude, et aux technologies embarquées, rend les validations par des tests en usages réels extrêmement coûteuses, voire impossibles pour certains.

Les objectifs du projet sont de :

- Fournir aux constructeurs et aux équipementiers une méthodologie, une plateforme et des outils de simulation pour permettre de concevoir des véhicules autonomes sûrs et de les valider.
- Spécifier, adapter ou développer les modèles des éléments du véhicule et de son environnement afin de pouvoir simuler le comportement du véhicule en cas d'apparition d'une défaillance d'un de ses composants ainsi que l'incidence sur son fonctionnement de perturbations extérieures (effacement de marquages au sol, pluie, éblouissement, etc.).

FAITS MARQUANTS 2015

- Mise en place de la plateforme modulaire par anticipation par rapport aux besoins du projet et réalisation d'une démonstration aux partenaires.
- Lancement d'une thèse en collaboration avec le LSV (Laboratoire Spécification et Vérification) de l'ENS Cachan sur l'application des méthodes formelles à la conception et à la validation du véhicule autonome.

PERSPECTIVES 2016

- Lancement d'une seconde thèse dans le cadre du projet.
- Mise en œuvre d'une preuve de concept de la plateforme de validation du véhicule autonome autour d'un cas d'usage de type *Traffic Jam Chauffeur*.
- Extension de l'activité de renforcement de la sécurité de fonctionnement du véhicule autonome dans un cadre européen afin d'adapter la plateforme et les outils aux spécificités des véhicules en milieu industriel.



Charles Kremer

Directeur Programme
« Territoires Intelligents »,
IRT SystemX

@CharlesAKremer

“Construisons les territoires intelligents de demain.”

Quels sont les principaux enjeux du Programme Territoires Intelligents ?

L'émergence du numérique, qui induit de nouveaux services, fait émerger de nouveaux usages. Les villes, et plus largement les territoires socio-économiques, vont dans les prochaines années déployer de nouvelles solutions et services très innovants. Ils s'appuieront sur les technologies numériques émergentes afin de contribuer à rendre les quartiers, les villes, les régions et les pays plus habitables, plus durables, plus sûrs et plus attractifs.

Le programme Territoires Intelligents va permettre à tous les acteurs du transport et de l'énergie de déployer de nouvelles solutions et de nouveaux services en s'appuyant sur les outils d'aide à la décision nécessaires à l'optimisation et à la planification opérationnelle des futurs territoires.

Quelles sont les perspectives de développement pour votre programme ?

Dans le cadre de la feuille de route 2016-2020, le programme Territoires Intelligents va mettre l'humain au cœur des territoires de demain en caractérisant les usages porteurs de valeur et en menant des projets de recherche basés sur la modélisation et l'optimisation de solutions de mobilité, la confiance et l'intelligence des échanges numériques et l'exploitation des données pour l'optimisation des services urbains.



Plus concrètement, les défis industriels que l'IRT SystemX se propose de contribuer à relever en 2016 pour permettre le développement et le déploiement de services innovants au sein des territoires intelligents sont les suivants :

- Modéliser et simuler les territoires intelligents en intégrant toutes les échelles.
- Concevoir des architectures durables pour les territoires en évolution.
- Développer des plateformes supportant des services pour l'ensemble des acteurs du territoire.
- Garantir la confiance et la sécurité du traitement des données.
- Opérer l'interopérabilité et la performance des systèmes au sein d'un territoire.

Quels faits marquants reprenez-vous pour l'année 2015 ?

L'année écoulée a été très riche. L'un des principaux faits marquants est certainement le lancement de la Chaire Anthropolis en collaboration avec CentraleSupélec, dont l'enjeu majeur est de définir les nouveaux usages dans la mobilité urbaine de demain en s'appuyant sur le développement d'éco-innovations.

En parallèle, les travaux de recherche réalisés au sein des trois projets du programme Territoires Intelligents ; IMM (Intégration Multimédia Multilingue), MIC (Modélisation - Interopérabilité - Coopération) et SCE (Smart City Energy analytics), ont fait l'objet en 2015 de deux dépôts à l'Agence pour la Protection des Programmes (APP) ainsi qu'un brevet actuellement en cours de dépôt. Je vous invite à découvrir plus en détail les résultats de ces projets dans les pages qui suivent.



CHAIRE ANTHROPOLIS

PROJET 2015

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :

Jakob Puchinger

DURÉE DU PROJET :

48 mois (lancé en avril 2015)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :

Alstom, ENGIE, RATP, Renault, SNCF

PARTENAIRE ACADÉMIQUE :

CentraleSupélec

THÈSE :

- *Human Centered Urban Mobility - Users, Usage Scenarios and Novel Services*

L'enjeu majeur de la Chaire Anthropolis, ou projet HCU (*Human Centered Urban systems design*), est de définir les nouveaux usages dans la mobilité urbaine de demain en s'appuyant sur le développement d'éco-innovations. L'IRT SystemX en collaboration avec le Laboratoire Génie Industriel (LGI) de CentraleSupélec, centré sur la modélisation et la conception de systèmes socio-techniques complexes, ont créé la Chaire Anthropolis. Cette chaire va réunir une équipe pluridisciplinaire autour de la thématique de la mobilité urbaine.

L'objectif général est de construire des briques de connaissance, pour le développement d'outils de modélisation et de simulation de systèmes urbains durables, en centrant l'approche sur les comportements et les usages. La chaire s'intéressera plus particulièrement aux systèmes de mobilité et à leurs interactions avec les autres systèmes urbains. Elle place l'humain au cœur des nouveaux usages et nouvelles mobilités en définissant les travaux de recherche en trois axes majeurs :

- **État de l'art et scénarios d'usage** : identification des typologies de comportements de mobilité et des usages, et élaboration de scénarios à horizon 30 ans.
- **Objets de rupture et innovation** : identification des objets et innovations de rupture existants ou potentiels au service des systèmes urbains (expérimentations, Living Lab, etc.).
- **Impact sur les systèmes urbains** : adaptation des outils de simulation pour évaluer l'impact de l'intégration d'objets de rupture dans les systèmes urbains, et identification des évolutions induites sur les modèles économiques des solutions de mobilité.

La chaire a également un rôle capital en termes de formation et d'enseignement puisqu'elle vise à former des étudiants, élèves ingénieurs, élèves en mastères et doctorants de CentraleSupélec, notamment dans le secteur de l'énergie et du transport, en leur donnant une connaissance approfondie des enjeux stratégiques, technologiques et socio-économiques de ces secteurs. La chaire vise enfin un niveau de recherche d'excellence et favorisera les collaborations avec des chercheurs internationaux.

INTÉGRATION MULTIMÉDIA
MULTILINGUE

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :

Olivier Mesnard

DURÉE DU PROJET :

36 mois (lancé en novembre 2013)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :

Bertin Technologies, Caggemini, EXALEAD, Ministère de la Défense, OVH.com, Systran, Temis, Vecsys, Vocapia Research

PARTENAIRES ACADÉMIQUES :

CEA, Inria, LNE, Université Pierre et Marie Curie (UPMC)

THÈSES :

- *Real-Time analysis of diffusion processes on large scale social networks*
- *Towards coherent probabilistic knowledge bases*

Le projet IMM s'inscrit dans le contexte de l'accroissement des données produites et diffusées dans le monde avec une volumétrie qui double tous les ans. Le projet doit répondre au besoin de développement d'outils pour assister le praticien de la veille à extraire du flux de données non structurées (principalement texte et audio), la connaissance qui lui est utile à un moment donné pour produire un rapport ou prendre une décision.

Les études à mener porteront notamment sur le passage à l'échelle, la prise en compte d'informations multiples sur les liens et les nœuds du réseau, la prise en compte de son aspect dynamique et le développement d'outils de visualisation adaptés à des réseaux de grande dimension. Les domaines d'exploitation visés sont la gestion de crise, la cybersécurité et la veille stratégique.

FAITS MARQUANTS 2015

- Amélioration de la qualité des résultats des fonctions de base, automatisation de certaines opérations (fabrication/déploiement), mise en œuvre des mécanismes pour le passage à l'échelle et la migration vers une infrastructure avec mise à disposition des ressources à la demande.
- Spécification d'un cas d'usage civil d'une application de veille (étude marketing, modèle économique, design) et mise en œuvre, en particulier sur le monitoring, de la collecte et la visualisation innovante des données collectées avec Air Liquide et Docapost.
- Présentation des solutions mise en œuvre sur le projet de la Plateforme d'Intégration Continue (PIC) pour automatiser la fabrication et le déploiement chez Temis.
- Utilisation d'un démonstrateur du projet IMM par Systran pour mettre en valeur ses solutions de traduction dans le cadre d'une tournée internationale de ses commerciaux.

PERSPECTIVES 2016

- Construction dès 2016, par l'ensemble des partenaires, d'une offre produit commercialisable issue des briques technologiques développées et intégrées dans la plateforme VITAL.



MODÉLISATION - INTEROPÉRABILITÉ - COOPÉRATION

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :

Lionel Scremin

DURÉE DU PROJET :

42 mois (lancé en juin 2013)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :

Alstom, Artelys, IDIT, Renault, SNCF,
The CoSMo Company

PARTENAIRES ACADÉMIQUES :

CEA, IFSTTAR, Inria, Université Pierre et Marie Curie
(UPMC)

THÈSES :

- *Positioning and sizing of an electric vehicle carsharing system in a multimodal transport environment*
- *Modeling of Multimodal transportation systems of large networks*
- *Supervision in Multimodal Transportation Systems*

Le projet MIC est orienté sur la thématique du transport multimodal, dont l'enjeu est d'optimiser la mobilité multimodale en trouvant la bonne équation de performance en matière de temps de transport, de coût, de consommation énergétique et d'accès aux transports.

Le projet MIC vise à :

- Développer des technologies permettant d'améliorer les déplacements multimodaux, essentiellement en zone urbaine, d'une part en optimisant les moyens de transport et d'autre part en assurant une supervision des transports permettant une exploitation optimale dans la réalité quotidienne des besoins et des aléas.
- Démontrer l'utilisabilité des briques technologiques développées à travers des démonstrateurs représentatifs des cas d'usage et évaluer les modèles économiques associés.
- Étendre les capacités des environnements de développement système afin de prendre en compte efficacement la dimension Systèmes de Systèmes (SdS) dans le respect de la sûreté de fonctionnement.
- Définir l'architecture SdS ouverte vis-à-vis d'une variété de modèles d'affaire motivants pour les différents acteurs du transport.
- Faciliter l'analyse des alternatives tant *business* que technique en construisant un cadre de modélisation couplé de ces deux dimensions, permettant la description de différents scénarios « structurés », leur vérification et supportant ainsi leur comparaison.

FAITS MARQUANTS 2015

- Présentation des versions 2 des démonstrateurs respectivement auprès de Alstom et de la SNCF.
- Organisation de la journée MIC@SystemX, le 26 novembre 2015, pour présenter les résultats du projet aux partenaires.

PERSPECTIVES 2016

- Perspectives d'industrialisation des outils d'aide à la mobilité des voyageurs développés.
- Montée en compétence et maturité sur la problématique de la supervision multimodale et poursuite des travaux avec l'IRT dans le cadre d'un nouveau projet dès 2016.
- Industrialisation des modèles complexes du système de mobilité.



SMART CITY ENERGY ANALYTICS

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :

Amira Ben Hamida

DURÉE DU PROJET :

48 mois (lancé en octobre 2014)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :

Alstom, Artelys, Ecogélec, ENGIE, G2 Mobility,
GE Grid Solutions, Novener, OVH.com,
Sherpa Engineering, Reuniwatt, The CoSMo
Company

PARTENAIRES ACADÉMIQUES :

CEA, CentraleSupélec, IFSTTAR

THÈSES :

- *Management of a smart urban grid*
- *Data-mining tools for spatio-temporal energy data analysis*

La gestion de l'énergie est une préoccupation majeure pour les villes, notamment pour des raisons environnementales. Avec la transition énergétique et son objectif d'intégrer progressivement dans le mix total de nouvelles sources d'énergie renouvelable, la production d'énergie, le transport et les réseaux de distribution, connus sous le nom *grids*, vont évoluer d'une architecture verticale en régime prévisible à une architecture de plus en plus horizontale en mailles, *peer-to-peer*, et de moins en moins prévisible. Il est donc primordial pour les villes d'adopter une gestion plus intelligente afin de gérer au mieux sa consommation mais également sa production d'énergie.

Dans une telle évolution, la gestion des données devient un enjeu majeur pour les opérateurs d'électricité, afin de tirer parti de la croissance exponentielle des données produites par les différentes parties prenantes liées à l'énergie : les données sur la consommation individuelle d'énergie, sur la mobilité des personnes, des véhicules électriques, de disponibilité et de production des sources d'énergie renouvelables, etc.

Grâce aux nouvelles technologies *big data*, et leur capacité à extraire du sens des comportements ou des capacités globales et locales, il deviendra possible d'obtenir une interaction entre les bâtiments, les quartiers, les transports publics et les véhicules électriques en tenant compte des contraintes du réseau électrique. Les acteurs de la ville seront devenus plus « intelligents » en raison de leur capacité à mesurer et agir de manière plus pertinente. Le projet SCE cherche à développer une plateforme ouverte d'analyse de données associant les fournisseurs de technologies, les intégrateurs de systèmes, les services énergétiques et de transport, les opérateurs et les entités de recherche universitaires. Cette plateforme permettra ainsi de tester différentes stratégies de gestion énergétique et éventuellement de voir apparaître de nouveaux *business models*.

FAITS MARQUANTS 2015

- Réalisation d'un état de l'art couvrant les aspects de recherche et développement majeurs que le projet aborde.
- Implémentation d'un démonstrateur d'une maison intelligente *Smart Home* et implémentation de l'effacement énergétique dans un quartier appliqué à une maison particulière. Ce démonstrateur a été présenté dans sa première version à l'événement Future@Systemx en mars 2015 et dans une version plus élaborée au Forum des IRT en octobre 2015.
- Valorisation d'un certain nombre de résultats du projet au travers de publications scientifiques internationales (CSD&M 2015 et ICMLA 2015).
- Accueil de nouveaux partenaires au sein du projet : Novener et Reuniwatt.

PERSPECTIVES 2016

- Implémentation de l'architecture de la plateforme SCE et son inscription dans le cadre de la plateforme technologique MOST.
- Montage du démonstrateur *Smart Building* pour l'événement Future@SystemX 2016.
- Preuve de concept développée pour des expérimentations de terrain à des fins de prospection/valorisation commerciale.



Paul Labrogère
Directeur Programme
« Internet de Confiance »,
IRT SystemX
@PaulLabrogere

“Déployons un Internet of Everything”

Quels sont les principaux enjeux du Programme Internet de Confiance ?

Le monde connecté est à la fois vecteur de formidables innovations à venir, mais également de nouveaux risques. L'Internet des Objets (*Internet of Things*, IoT) a complètement changé notre façon de travailler au fil de diverses évolutions technologiques, permettant par exemple de contrôler une chaîne de production à distance ou de communiquer en temps réel au sein d'une même équipe, répartie sur plusieurs sites distants. Les opportunités de l'IoT sont encore loin d'être complètement exploitées et promettent d'autres grandes révolutions futures. Les infrastructures numériques constituent le socle de la transformation numérique et la sécurité doit être au cœur des futurs développements industriels. L'enjeu principal est d'être capable de déployer l'Internet avec des machines et des ordinateurs dotés de bonnes propriétés de sécurité, et ainsi de pouvoir atteindre une « confiance numérique » primordiale.

Le programme Internet de Confiance va permettre à tous les acteurs des technologies de l'information et des communications de rendre les infrastructures numériques plus flexibles, plus performantes et plus sécurisées grâce au développement de nouvelles architectures et de nouveaux outils logiciels.



Quelles sont les perspectives de développement pour votre programme ?

Dans le cadre de la feuille de route 2016-2020, le programme « Internet de Confiance » va permettre de répondre à l'évolution des infrastructures numériques en menant des projets de recherche basés sur les architectures convergentes et programmables *cloud*, le pilotage des fonctions réseaux virtualisées (NFV) et la plateforme d'expérimentation ouverte de cybersécurité. Plus spécifiquement, le programme va œuvrer pour répondre aux défis industriels suivants :

- Concevoir de nouvelles architectures convergentes et programmables *cloud*/télécom.
- Modéliser et simuler de grandes infrastructures distribuées, demandes de ressources pour un accès sûr.
- Développer les outils et méthodes pour le contrôle, la gestion, l'orchestration et la supervision de fonctions virtualisées et de confiance.
- Garantir les performances, l'usage élastique et le partage d'infrastructures en toute sécurité.
- Opérer des expérimentations sur plateforme ouverte pour l'évaluation de technologies et d'usages.

Quels faits marquants retenir pour l'année 2015 ?

L'année 2015 a été cruciale pour le programme Internet de Confiance car elle a marqué sa construction autour de deux projets de recherche :

- Le projet ARE (Architecture Réseaux), lancé en mai 2014, s'est agrandi cette année avec l'arrivée de nouveaux partenaires venus renforcer ses compétences dans le domaine de l'architecture de réseaux.
- Le projet EIC (Environnement pour l'Interopérabilité et l'Intégration en Cybersécurité), lancé en février 2015, dédié au traitement des verrous scientifiques et technologiques de la cybersécurité.

Je vous invite à découvrir plus en détails ces deux projets dans les pages qui suivent.



ARCHITECTURE RÉSEAUX

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :
Luca Muscariello

DURÉE DU PROJET :
36 mois (lancé en janvier 2014)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :
Cisco, Expemb, Nokia, Orange

PARTENAIRE ACADÉMIQUE :
Institut Mines-Télécom

THÈSE :
• *Applying Information Centric Networking Principles To today's Networking Challenges: Performance and Design*

Le projet ARE part du constat que l'architecture de l'Internet, conçue il y a plus de 30 ans, n'est pas idéalement adaptée aux usages et aux applications d'aujourd'hui et répond de plus en plus difficilement à la croissance soutenue du trafic (de l'ordre de 40 % par an).

Ce projet, colocalisé sur le second site de l'IRT SystemX à Paris, dans le cadre du partenariat stratégique signé avec le LINCS (*Laboratory of Information, Networking and Communication Sciences*), s'inscrit dans un écosystème de recherche internationale avec des acteurs industriels et académiques du monde entier travaillant déjà sur cette thématique et s'appuie sur les nombreux projets collaboratifs déjà en cours en Europe, en Asie et aux États-Unis.

L'enjeu majeur du projet est de créer les éléments techniques de l'Internet du futur qui permettra le développement continu de nouveaux services de communication et de diffusion de contenus dans des conditions technologiques et économiques les plus favorables. Pour cela, ARE développe de nouvelles solutions pour l'Internet du futur en repensant l'organisation du réseau, la distribution et l'implémentation de ses fonctions, afin de définir une architecture répondant mieux aux exigences des multiples acteurs (usagers, fournisseurs d'infrastructure, fournisseurs de contenus, opérateurs de services, etc.).

FAITS MARQUANTS 2015

- Deux nouveaux partenaires ont rejoint le projet : Cisco et Expemb.
- Publication de huit articles dans des actes de congrès, présentation de deux articles sous la forme de posters.
- Présentations lors d'événements internationaux : ACM SIGCOMM ICN (San Francisco, États-Unis), *International Teletraffic Congress* (Gent, Belgique), ICNRG interim meeting (Boston, États-Unis).

PERSPECTIVES 2016

- Mise en place d'un nœud expérimental au sein du testbed NDN qui en compte désormais une trentaine répartis sur trois continents : Amérique, Europe et Asie.
- Mise en œuvre d'une preuve de concept *Information-Centric Networking* dans des routeurs d'accès entreprise à bas coût.



ENVIRONNEMENT POUR L'INTEROPÉRABILITÉ ET L'INTÉGRATION EN CYBERSÉCURITÉ

PROJET 2015

Carte d'identité

CHEF DU PROJET :
Philippe Wolf

DURÉE DU PROJET :
60 mois (lancé en février 2015)

PARTENAIRES INDUSTRIELS :
Airbus, Bertin Technologies, ENGIE, Gemalto, Prove&Run

PARTENAIRE ACADÉMIQUE :
CEA, Institut Mines-Télécom, Université Technologique de Troyes

THÈSE :
• Simulation d'activités et d'attaques : application à la cyberdéfense

La protection des systèmes d'information et des données qu'ils véhiculent (Ville Intelligente, Smart Grids, Véhicules Connectés et Autonomes, Santé Connectée, Internet des Objets, Big Data, Cloud, etc.) nécessite des arbitrages complexes entre la facilité d'usage, le coût de la sécurité, la sûreté de fonctionnement, le respect d'un droit numérique en évolution constante et la compréhension et l'anticipation du marché et de ses acteurs.

Le développement du marché de la cybersécurité, un des plans retenus par le Comité de la Nouvelle France Industrielle (NFI), nécessite des avancées en ingénierie des systèmes de systèmes. Le projet EIC, lancé en février 2015, explore les risques en matière de cybersécurité des systèmes du futur via une plateforme expérimentale et technique en cybersécurité appelée CHESS (*Cybersecurity Hardening Environment for Systems of Systems*).

La composante humaine, politique et économique ne peut être dissociée des technologies de défense de ces nouveaux systèmes d'information interconnectés. Le projet EIC mène également une recherche concertée et cohérente dans les domaines économiques et juridiques. Il s'agit, par exemple, d'anticiper les ergonomies acceptées des fonctions de sécurité dans les nouveaux systèmes intelligents.

FAITS MARQUANTS 2015

- Labellisation du projet EIC par le comité de filière de l'industrie de sécurité (CoFIS) en février 2015.
- Construction de la plateforme CHESS.
- Lancement d'une thèse sur la « simulation d'activités d'attaques : application à la cyberdéfense ».
- Structuration en sciences humaines et sociales d'une recherche concertée et cohérente dans deux domaines de recherches interconnectés : « Modélisations économiques et financières du risque cybersécurité et assurances » et « Stratégies et solutions juridiques et réglementaires en cybersécurité ».
- Présentations et démonstrations lors de plusieurs événements : Colloque « guerre et géographie », *Cooperative Intelligent Transport Systems Security*, Colloque « Cybersécurité dans les villes intelligentes », 9^{es} rencontres de l'ARCSI, *IEEE World Forum on Internet of Things*.

PERSPECTIVES 2016

- Lancement d'une thèse sur les protocoles et architectures de délégation d'autorisations et de gestion de *tokens* pour la sécurisation des communications au sein de l'Internet des Objets.
- Mise en œuvre de la plateforme CHESS (*Cybersecurity Hardening Environment for Systems of Systems*) pour un démonstrateur sur un cas d'usage *Smart Grid* (réseaux d'énergie numérisés).

L'IRT SystemX a engagé plusieurs accords de collaborations en 2015 afin d'enrichir ses compétences scientifiques et technologiques dans de nombreux domaines : cybersécurité, véhicule autonome, systèmes embarqués, big data, etc.

Des actions de formation et de communication communes émergeront également de ces rapprochements, ainsi qu'une plus grande coopération sur les appels à projets collaboratifs (H2020, FUI, etc.) et les plans NFI (Nouvelle France Industrielle).



Créé en 2010, le fonds de dotation du **Cercle des Partenaires de l'IHEDN** assiste dans l'accomplissement de ses missions le développement de ses projets, et les projets à caractère exceptionnel qualifiés par l'IHEDN (Institut des hautes études de défense nationale).



L'**ICT4V** (Information and Communication Technologies for Verticals) est un centre uruguayen technologique multidisciplinaire spécialisé dans le domaine des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC).



L'**Institut de Recherche Technologique (IRT) Saint Exupéry** soutient l'aéronautique, le spatial et les systèmes embarqués et a pour rôle d'accélérer le développement de technologies de rupture pour rendre cette industrie plus compétitive au niveau mondial en menant des recherches dans trois technologies phares : les matériaux multifonctionnels à haute performance, les technologies pour l'aéronef plus électrique et les systèmes embarqués.



L'**institut EFFICACITY** est l'un des ITE (Instituts pour la Transition Énergétique) mis en place dans le cadre du Programme d'Investissements d'Avenir (PIA) du gouvernement français. L'institut, qui mobilise les capacités de R&D de grandes entreprises internationales (EDF, ENGIE, Veolia, Vinci, IBM France, RATP), de sociétés d'ingénierie et d'organismes de recherche publique, est spécialisé dans le domaine de l'efficacité énergétique de la ville.



L'**institut VEDECOM** (Véhicule Décarboné Communicant et sa Mobilité) est l'un des ITE (Instituts pour la Transition Énergétique) mis en place dans le cadre du Programme d'Investissements d'Avenir (PIA) du gouvernement français. L'institut a pour vocation d'accompagner l'ensemble de son écosystème à créer de l'innovation performante dans le domaine de la mobilité.

Zoom sur le doctorat

L'IRT SystemX permet à ses doctorants de se spécialiser dans un domaine porteur d'avenir après l'obtention d'un diplôme d'ingénieur ou de master. Tout au long de leurs thèses, ils évoluent dans un environnement dynamique alliant l'expertise de professionnels du monde industriel et du monde académique au sein des 17 projets de recherche de l'institut.

Immergés au cœur d'une communauté scientifique et technique à la pointe des technologies de demain, ils se constituent un réseau solide et développent une expertise unique, clés de leur avenir professionnel. Tout au long

de l'année 2015, l'institut a accompagné 34 doctorants. Nous vous proposons de découvrir les portraits de quatre d'entre eux : Raïssa, Laura, Thibault et Pierre-Marie.



Raïssa POKAM

Fiche d'identité

- 24 ans
- Thèse au sein du projet LRA (Localisation et Réalité Augmentée)
- 2e année de thèse
- Titulaire d'un diplôme d'ingénieur en sûreté de fonctionnement / Master en Optimisation et Sûreté des Systèmes (Université Technologique de Troyes)

QUEL EST LE SUJET DE VOTRE THÈSE ?

Je travaille sur la conception d'une interface avec réalité augmentée pour la conduite automobile en mode autonome. En d'autres termes, il s'agit de trouver des règles qui permettent, dans un contexte de délégation totale de conduite au véhicule, de transmettre une information spécifique suivant une certaine modalité. La plus-value de la réalité augmentée est privilégiée dans les choix de représentation visuelle.

POURQUOI AVOIR INTÉGRÉ L'IRT SYSTEMX POUR EFFECTUER VOTRE DOCTORAT ?

Je souhaitais faire un doctorat mais à une condition : la thèse ne devait pas s'effectuer dans un laboratoire de façon exclusive. Ainsi, quand j'ai vu et analysé la proposition de thèse que proposait le projet LRA de l'IRT SystemX, j'ai été enthousiasmée par la multiplicité des partenaires intervenant dans le projet. L'IRT SystemX est selon moi, une « labora-dustrie ». Ce néologisme traduit la capacité de l'institut à fournir un cadre de recherche digne d'un « vrai » laboratoire tout en permettant à des industriels de se côtoyer dans un environnement collaboratif pour aborder des problématiques actuelles. Parmi ces problématiques, il y a évidemment le véhicule autonome qui est à l'ordre du jour notamment dans le cadre de la stratégie de la Nouvelle France Industrielle (NFI). Faire un doctorat à l'IRT SystemX représente donc pour moi l'occasion de travailler sur un sujet à la pointe de l'innovation et de collaborer avec plusieurs partenaires académiques et industriels.

POUVEZ-VOUS DÉCRIRE SYSTEMX EN TROIS MOTS ?

Pro-action, collaboration et innovation.



Laura ROA CASTRO

Fiche d'identité

- 27 ans
- Thèse au sein du projet SIM (Simulation et Ingénierie Multidisciplinaire)
- 3e année de thèse
- Titulaire d'un diplôme d'ingénieur, spécialité génie industriel (INSA Lyon) et d'un diplôme d'ingénieur, spécialité génie industriel (Universidad Nacional de Colombia)

QUEL EST LE SUJET DE VOTRE THÈSE ?

Ma thèse porte sur l'amélioration de la conception collaborative dans un contexte d'échanges de modèles pour l'industrie des véhicules dans les premières phases de développement. Plus précisément, je m'intéresse à la modélisation des systèmes organisationnels complexes.

J'essaie de modéliser les nouveaux systèmes collaboratifs introduits intrinsèquement dans l'organisation comme conséquence de l'arrivée de la simulation numérique. Une fois que le système est modélisé et compris, j'interprète les problèmes pour ensuite proposer

des solutions permettant d'améliorer la collaboration dans ce contexte.

POURQUOI AVOIR INTÉGRÉ L'IRT SYSTEMX POUR EFFECTUER VOTRE DOCTORAT ?

Après l'obtention de mon diplôme de master et après quelques expériences dans le secteur industriel, j'ai été très attirée par le rapprochement entre le monde académique et le monde industriel. Je souhaitais continuer à me former tout en appliquant mes connaissances sur un terrain industriel, avec une utilité concrète pour l'avenir. Quand j'ai découvert les thèses proposées par l'IRT SystemX, j'ai compris que cet institut m'offrirait la possibilité d'appliquer mes recherches chez plusieurs industriels, ce qui donnerait plus de valeur à mes travaux en termes de généralisation de la problématique et d'utilité de la solution.

POUVEZ-VOUS DÉCRIRE SYSTEMX EN TROIS MOTS ?

Éthique, pluridisciplinarité et multiculturalisme.



Thibault GISSELBRECHT

Fiche d'identité

- 27 ans
- Thèse au sein du projet IMM (Intégration Multimédia Multilingue)
- 3e année de thèse
- Titulaire d'un diplôme d'ingénieur (SUPAERO)

QUEL EST LE SUJET DE VOTRE THÈSE ?

L'objet de ma thèse est de proposer des modèles de diffusion d'information dans

les réseaux sociaux. Concrètement, il s'agit d'anticiper la façon dont un contenu (par exemple un hashtag (mot-dièse), une vidéo ou un article) peut se propager d'individu en individu. Diverses applications sont possibles telles que la détection des utilisateurs influents, la détection de sources ou encore la maximisation de l'impact d'une campagne publicitaire sur le réseau. Pour cela, j'étudie avec mon équipe de recherche les relations entre personnes (liens d'amitié, abonnements et abonnés, etc.), leur profil (leurs centres d'intérêt par exemple), ainsi que leur activité. Pour tester les modèles, Twitter offre un excellent laboratoire car les données y sont globalement publiques et accessibles, contrairement à d'autres réseaux sociaux.

POURQUOI AVOIR INTÉGRÉ L'IRT SYSTEMX POUR EFFECTUER VOTRE DOCTORAT ?

Je suis arrivé aux débuts de l'IRT SystemX, qui est partenaire de l'université au sein de laquelle j'effectue mon doctorat, l'Université Pierre et Marie Curie. L'institut offre un cadre exceptionnel à ses doctorants car les travaux réalisés au sein des projets ont une application très concrète : les algorithmes développés sont intégrés dans un outil industrialisable. Nous travaillons avec des chercheurs originaires d'une multitude de secteurs, ce qui nous offre d'intéressantes perspectives en matière de collaborations.

POUVEZ-VOUS DÉCRIRE SYSTEMX EN TROIS MOTS ?

Pluridisciplinarité, créativité et convivialité.



Pierre-Marie BAJAN

Fiche d'identité

- 24 ans
- Thèse au sein du projet EIC (Environnement pour l'Interopérabilité et l'Intégration en Cybersécurité)
- 1^{ère} année de thèse
- Titulaire d'un diplôme d'ingénieur de Télécom SudParis

QUEL EST LE SUJET DE VOTRE THÈSE ?

Je travaille sur le thème « Simulation d'activités et d'attaques : application à la cyberdéfense ». Au quotidien, je cherche à simuler le système d'information d'une entreprise pour permettre l'étude et le test d'attaques cyber lorsque le réseau génère une activité normale.

POURQUOI AVOIR INTÉGRÉ L'IRT SYSTEMX POUR EFFECTUER VOTRE DOCTORAT ?

Mon directeur de thèse m'avait présenté SystemX comme étant un institut offrant un cadre et des perspectives uniques pour travailler sur des thèmes de recherche porteurs d'avenir tout en rencontrant des industriels et en se tenant à jour sur les problématiques des entreprises. De plus, les ambitions et recherches du projet EIC, Environnement pour l'Interopérabilité et l'intégration en Cybersécurité, correspondaient à mes intérêts, ce qui m'a d'autant plus motivé à rejoindre l'IRT.

POUVEZ-VOUS DÉCRIRE SYSTEMX EN TROIS MOTS ?

Dynamisme, entrepreneuriat et convivialité. Et si je devais faire une description plus précise de l'IRT, je dirais que l'institut offre une perspective assez unique mélangeant des ambitions riches et des moyens techniques intéressants tout en offrant un cadre de travail agréable et énergisant.

A Cloud-based Platform to Ensure Interoperability in Aerospace Industry	M. Khalfallah, N. Figay, C. Ferreira Da Silva, P. Ghodous	Journal of Intelligent Manufacturing
A cooperative control architecture for automated driving system	C. Guo	ITS
A meta-model for the Isabelle API	F. Tuong, B. Wolf	Archive of Formal Proof
A modal analysis oriented reduction methodology using component eigenmodes and Arnoldi enrichment	H. Tournaire, F.Renaud, J-L. Dion	CFM
Analyse de l'activité et approche systémique de situations de délégation de conduite : apport pour la compréhension de l'activité de conduite automobile autonome	C. Poisson	SELF
Analysis of Latency-Aware Caching Strategies in Information-Centric Networking	G. Carofiglio, L. Mekinda, L. Muscariello	The 11 th International Conference on emerging Networking EXperiments and Technologies
An Approximate Method For Routing In Road Networks	O. Dib, A. Caminada, M-A. Manier	ITSC 2015
A reduction methodology using free-free component eigenmodes and arnoldi enrichment	H. Tournaire, F.Renaud, J-L. Dion	ASME
Augmented Reality Interface Design for Autonomous Driving	R. Pokam	ICINCO
Augmented Reality Interface Design for Autonomous Driving	R. Pokam	FAST zero
Automatic selection and composition of model transformations alternatives using evolutionary algorithms	S. Rahmoun, E. Borde, L. Pautet	VAQUITA 2015
Automatisation de la conduite automobile : suppression ou transformation de l'activité du conducteur ?	C. Poisson	Epique
Beam-Tracing Domain Decomposition Method for Urban Acoustic Pollution	G. Gbikpi-Benissan, F. Magoules	DCABES 2014
Collaborative Model-Driven Engineering	L. Wouters	IRT SystemX
Concevoir des systèmes complexes grâce à la simulation : la quête du projet SIM	L. Gasser	SIA Days
Cooperative-ITS Architecture and Security Challenges: a Survey	A. Boudguiga, A. Kaiser, P.Cincilla	22th ITS World Congress
Definition of the collaborative simulation system (CM&SS) from a systemic perspective in vehicle industry context	L. Roa Castro, J. Stal-Le Cardinal	International Conference On Engineering Design, ICED15, Milan, Italy, 2015
Digital Factory System for Dynamic Manufacturing Network supporting Networked Collaborative Product Development	D. Tchoffa, N. Figay, P. Ghodous, E. Exposito, Lyes Kermad, T. Vosgien, A. El Mhamedi	Knowledge Engineering for Enterprise Integration, Interoperability and Networking: Theory and Applications

Dynamic Manufacturing Network, PLM Hub and Business standards testbed	N. Figay, E. Exposito, P. Ghodous, D. Tchoffa, A. El Mhamedi	Knowledge Engineering for Enterprise Integration, Interoperability and Networking: Theory and Applications
Dynamic Model for Assignment in "Sky-car" Transit System – Spatial Interactions with other Common Transport Modes	K. Sossoe, J-P. Lebacque	TGF15
Exact and Heuristic Resource Mapping Algorithms for Distributed and Hybrid Clouds	M. Machtri, M. Hadji, D. Zeghlache	IEEE Cloud Computing, Transactions On
FOCAL: Forwarding and Caching with Latency awareness in Information-Centric Networking	G. Carofiglio, L. Mekinda, L. Muscariello	GLobeco
Generalized mixed-criticality scheduling based on RUN	R. Gratia, T. Robert, L. Pautet	RTNS
Generating Executable Workflows from solution plans	M. Khalfallah, NFI Figay, P. Ghodous, M. Barhamgi	IEEE ICWS
Gestion et réutilisation des données de simulation : vers une approche de vérification et validation des modèles	A. Ottino, J. Le Duigou, T. Vosgien, N. Figay, P. Lardeur, B. Eynard	CFM2015
Hierarchical Content Stores in High-speed ICN Routers: Emulation and Prototype Implementation	R. Mansilha, L. Saino, M. Barcellos, M. Gallo, E. Leonardi, D. Perino, D. Rossi	2 nd ACM SIGCOMM conference
Improving performances of the AltaRica 3.0 stochastic simulator	B. Aupetit, M. Batteux, A. Rauzy, J-M. Roussel	ESREL 2015
Improving profit through cloud federation	S. Rebai, M. Hadji, D. Zeghlache	IEEE CCNC
LAC: Introducing Latency-Aware Caching in Information-Centric Networks	G. Carofiglio, L. Mekinda, L. Muscariello	The 41 st IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN),
Light Blind: Why Encrypt If You Can Share?	P. Cincilla, A. Boudguiga, M. Hadji, A. Kaiser	SECURITY 2015
Mathematical Programming Approach for Revenue Maximization in Cloud Federations	M. Hadji, D. Zeghlache	IEEE Cloud Computing, Transactions On
Memetic algorithm for computing one-to-one shortest path in multimodal transportation networks	O. Dib, A. Caminada, M-A. Manier	EWGT2015
Memetic algorithm for solving one-to-one shortest path problem	O. Dib, A. Caminada, M-A. Manier	16 ^e conférence ROADEF
Model Based Enterprise Modeling applied to Dynamic Manufacturing Network and PLM interoperability test bed within the Aeronautic, Space and Defense digital business ecosystem	N. Figay, P. Ghodous, B. Chariat, E. Exposito, T. Vosgien, L. Kermad, E M. Dafaoui	IWEI 2015
Modélisation SDF des communications Simulink	E C. Klikpo, Jad Khatib, A. Munier-Kordon	ETR 2015
Multi-Objectives Refinement of AADL Models for the Synthesis Embedded Systems (μ-RAMSES)	S. Rahmoun, E. Borde, L. Pautet	ICECCS 2015
On the performance of i.MX6 Cryptographic Acceleration and Assurance Module	A. Boudguiga, W. Klauedel, J. Durand Wesolowski	Rapido'15
Optimisation d'un système d'autopartage avec contraintes de relocalisation de véhicules	A. Carlier, A. Munier-Kordon, W. Klauedel	16 ^e conférence ROADEF

Organiser la conception guidée par la simulation dans un contexte collaboratif et multidisciplinaire. Étude de case de couplage aérothermique 0D-2D	L. Gasser	Journée NAFEMS "La simulation des systèmes", Noisy Le Grand, France
Pending Interest Table Sizing in Named-Data Networking	G. Carofiglio, M. Gallo, L. Muscariello, D. Perino	2 nd ACM SIGCOMM conference
Performance and cost effectiveness of caching in the mobile access network	S-E. Elayoubi, J. Roberts	2 nd ACM SIGCOMM conference
Performance Evaluation of Video Transcoding and Caching Solutions in Mobile Networks	S-E. Elayoubi, J. Roberts	27 th International Teletraffic Congress
PLM standards modelling for enterprise interoperability: A manufacturing case study for ERP and MES systems integration based on ISA-95	E. Moones, T. Vosgien, L. Kermad, E M. Dafaoui, A. El Mhamedi, N. Figay	IWEI 2015
Policies for Contextual Bandit Problems with Count Payoffs	T. Gisselbrecht, Sylvain Lamprier and Patrick Gallinari	ICTAI 2015
Pragmatic PLM Process Interoperability for Aeronautic, Space and Defence DMN	N Figay, P. Ghodous, C. Ferreira Da Silva, S. Ghafour	Journal of Aerospace Operation
Présentation Travaux sur ISA 95	E. Moones	GT easy DIM
Product-Based Business Processes Interoperability	M. Khalfallah, M. Barhamgi, N. Figay, P. Ghodous	SAC '13 Proceedings of the 28 th Annual ACM Symposium on Applied Computing
Product Life Cycle Management standards within a Dynamic Manufacturing Network : a successful approach for interoperability of New Generation Enterprise Information Systems	N. Figay, D. Tchoffa, P. Ghodous, E. M. Dafaoui, A.E. Mhamedi	Model Based Systems Engineering for Next Generation Enterprise Information Systems
Provenance aware monitoring systems	M. Khalfallah, NFI. Figay, P. Ghodous	IEEE Transactions on services computing 2015
RACE: Risk Analysis For Cooperative Engines	A. Boudguiga, A. Boulanger, P.Chiron, Witold Kludel, Houda Labiod and Jean-Christophe Seguy	NTMS 2015
Ray-tracing domain decomposition methods for real-time simulation on multi-core and multi-processor systems	F. Magoulès (Centrale Supélec), G. Gbikpi-Benissan (SystemX), and P. Callet (Mines Paris Tech)	Concurrency and Computation: Practice and Experience
Resolving Interoperability in Concurrent Engineering	N. Figay, P. Ghodous, R.Goncalvez, C. Ferreira Da Silva	Concurrent Engineering in 21 st Century - Foundations, Development and Challenges
Scalable Mobile Backhauling via Information-Centric Networking	G. Carofiglio, M. Gallo, L. Muscariello, D. Perino	The 21 st IEEE International Symposium on Local and Metropolitan Area Networks
Scheduling of mixed-criticality systems with RUN	R. Gratia, T. Robert, L. Pautet	ETFA 2015
Security of C-ITS messages: A practical solution the ISE project demonstrator	P. Cincilla, A. Kaiser, B. Lonc, H. Labiod, R. Blancher, C. Jouvray, R. Denis, A. Boulanger	NTMS 2015
Shared Control with Haptic Feedback for Automatic Vehicle Longitudinal Control: A Use Case Study	C. Guo	IEEE-SMC
Simulation data management and reuse: toward a verification and validation approach	A. Ottino, T. Vosgien, J. Le Duigou, N. Figay, P. Lardeur, B. Eynard	PLM2015
Some considerations about privacy	P. Wolf	

Spectral Domain Decomposition Method for Natural Lighting and Medieval Glass Rendering	G. Gbikpi-Benissan, R. Cerise, P. Callet, F. Magoules	HPCC 2014
Spectral Domain Decomposition Method for Physically-Based Rendering of Photochromic/Electrochromic Glass Windows	G. Gbikpi-Benissan, P. Callet, F. Magoules	DCABES 2014
Standards Compliant Platform for Product Design in Dynamic Environment	M. Khalfallah, N.Figay, M.Barhamgi, P. Ghodous	International Journal of Services Computing , ISSN 2330-4472
Systemic a priori patterns	L. Gasser	IARIA Patterns 15, Nice, France
TheReSE : SysML Extension for Thermal Modeling	R. Barbedienne, O. Penas, J-Y.Choley, L. Gasser	Syscon 2015, Vancouver, Canada
Towards a Formal Framework for Product Level Agreements	M. Khalfallah, NFI Figay, P. Ghodous, M. Barhamgi	to Int. J. Signal and Imaging Systems Engineering
Towards an actor based design for a collaborative modelling and simulation system	L. Roa Castro , J. Stal-Le Cardinal, M. Callot	Puresafe conference, Geneva, Switzerland 2015
Towards an adaptive model for collaborative simulation: from system design to lessons learned - a use case from Aircraft industry	L. Roa Castro , J. Stal-Le Cardinal, M. Callot	Complex Adaptive Systems, San Jose, USA, 2015
Towards an extended interoperability systemic approach for dynamic manufacturing networks: role and assessment of PLM standards	N. Figay, E. Moones, T. Vosgien, F. Stephan, , Lyes Kermad, A. El Mhamedi, E M. Dafaoui	CS&DM 2014
Traffic flow within a two-dimensional continuum anisotropic network	K. Sossoe, J-P. Lebacque	EWGT2015
Une méthodologie de réduction utilisant des modes propres de composant et un enrichissement de type Arnoldi	H. Tournaire, F.Renaud, J-L. Dion	CSMA
Vehicle relocation strategies for the dimensioning of a one-way carsharing system	A. Carlier, A. Munier-Kordon, W. Kludel	EWGT2015
Vehicles Detection in Stereo Vision Based on Disparity Map Segmentation and Objects Classification	D. Dekkiche, A. MériçoT, B. Vincke	ISVC
WhichStreams: A Dynamic Approach for Focused Data Capture from Large Social Media	T. Gisselbrecht, L. Denoyer, P.Gallinari, S. Lamprier	ICWSM 2016

Direction Opérationnelle

La direction opérationnelle construit et met en œuvre au quotidien la stratégie de l'IRT SystemX. Son action couvre les volets recherche, innovation, formation, communication et fonctionnement. Pour l'aider dans cette tâche, la direction opérationnelle s'appuie sur les différents comités et conseils qui ont été constitués : le Conseil d'Administration, le Conseil Scientifique et Technologique, et le comité d'Orientation des Programmes.

Nom	Fonction
Éric PERRIN-PELLETIER	Directeur Général
Luc D'ARCHIMBAUD	Secrétaire Général
François STEPHAN	Directeur Développement et International
Daniel KROB	Directeur Scientifique et Technologique
Bruno FOYER	Directeur Plateformes
Étienne DE POMMERY	Directeur Programme "Ingénierie Systèmes"
Paul LABROGERE	Directeur Programmes "Transport Autonome" et "Internet de Confiance"
Charles KREMER	Directeur Programme "Territoires Intelligents"
Gaëlle BERTHOMIEU	Responsable Programmes "Formation" et "Relations PME"
Virginie BOISGONTIER	Directrice de la Communication

Conseil d'administration

Le conseil d'administration de l'IRT SystemX règle, par ses délibérations, les affaires de l'institut. Il approuve la stratégie de développement de l'institut et veille à son exécution. Il arrête ses orientations générales pluriannuelles et son programme d'action annuel, vote le budget et approuve les comptes de l'exercice clos qui lui sont présentés.

Nom	Fonction	Entité
Pascal CLÉRE	Président	Alstom
Pierre GOHAR	Trésorier	Université Paris-Saclay
Éric BAISSUS	Membre	Kalray
Jean-Luc BEYLAT	Membre	Systematic Paris-Region
Gilles BLOCH	Membre	Université Paris-Saclay
Bertrand BRAUNSCHWEIG	Membre	Inria
Éric MONCHALIN	Membre	Atos
Alban SCHMUTZ	Membre	OVH.com
Jean-François SENCERIN	Membre	Renault
Atila YAZMAN	Membre	Sherpa Engineering

Conseil Scientifique et Technologique

Deux fois par an, le Conseil Scientifique et Technologique se réunit pour débattre et échanger sur les défis technologiques que souhaite relever l'IRT SystemX et apporte son expertise afin de contribuer au bon déploiement des projets de R&D au cœur de l'ingénierie numérique des systèmes complexes.

Nom	Fonction	Entité
Yves CASEAU	Président	Digital Agency, AXA
François BOURDONCLE	Membre	FB&Cie
Henri CALANDRA	Membre	TOTAL
Patrick GODFREY	Membre	Université de Bristol
Marta KWIATKOWSKA	Membre	Université d'Oxford
Rudy LAUWEREINS	Membre	IMEC Academy
Michel MORVAN	Membre	The CoSMo Company
Agnès PAILLARD	Membre	Airbus Group
François PIERROT	Membre	LIRM (Université de Montpellier 2 / CNRS)
Tom RODDEN	Membre	Université de Nottingham
Frédérique SEGOND	Membre	Viseo
Bruno SUDRET	Membre	ETH Zürich
Patrick LEBOEUF	Invité Permanent	Université Paris-Saclay
Guillaume POUPARD	Invité Permanent	ANSSI (Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information)

Comité d'Orientation des Programmes

Le Comité d'Orientation des Programmes (COP) est présidé par le Directeur du Développement et de l'International de l'IRT SystemX. Il a pour mission de consolider les feuilles de route technologiques des programmes de recherche de l'institut et d'assurer la cohérence de la programmation avec les orientations recommandées par le Conseil d'Administration et avec les besoins des filières économiques cibles.

Nom	Entité	Nom	Entité
Jean-Marc ALEXANDRE	CEA	Étienne GEHAIN	ENGIE
François ALOUGES	École polytechnique	Louis GRANBOULAN	Airbus Group
Éric BANTEGNIE	Esterel Technologies	Thierry HOUDOIN	Orange
Véronique BERTHAULT	RATP	Athanasios KONTOPOULOS	Air Liquide
Johan D'HOSE	Systematic Paris-Region	Thierry LE HAY	PSA Peugeot Citroën
Philippe DAGUE	Université Paris-Sud	Bruno MONSUEZ	ENSTA ParisTech
Alain DAURON	Renault	Laurent PAUTET	Institut Mines-Télécom
Jean-Marc DAVID	Renault	Gérard POIRIER	Dassault Aviation
Hervé DEBAR	Institut Mines-Télécom	Pascal POISSON	Alstom
Catherine DEHAENE	Orange	Philippe ROY	Cap Digital
Éric DUCEAU	Airbus Group Innovations	Marc SCHOENAUER	Inria
Jean-Pierre DUMOULIN	PSA Peugeot Citroën	Yves SOREL	Inria
Didier DUMUR	CentraleSupélec	Samir THOMÉ	Université Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
Frédéric FEYEL	Safran	Bernard YANNOU	CentraleSupélec
Pascal FOIX	Thales	Élie ZNATY	Bertin Technologies

PARTENARIATS

AIRBUS GROUP	ALL4TEC	ALSTOM
ANSSI	APSYS	ARTELYS
ASSYSTEM	ATOS	BERTIN
BOOST CONSEIL	CAPGEMINI	CEA
CENAERO	CENTRALESUPÉLEC	CISCO
CONTINENTAL AUTOMOTIVE	DATAKIT	DASSAULT AVIATION
DCNS	DISTENE	DOCAPOST
ECOGELEC	ENGIE	ENSTA PARISTECH
ESI GROUP	ESTACA	ESTEREL TECHNOLOGIES
EXALEAD/3DS	EXPEMB	G2MOBILITY
GE GRID SOLUTIONS	GEMALTO	INSTITUT DU DROIT INTERNA- TIONAL DES TRANSPORTS
IFSTTAR	INRIA	INSTITUT MINES-TÉLÉCOM
INTEMPORA	KALRAY	KRONO-SAFE
LABORATOIRE NATIONAL DE MÉTROLOGIE ET D'ESSAIS	MINISTÈRE DE LA DÉFENSE	NOKIA CORPORATION
NOVENER	OKTAL	OPENTRUST
OPENWIDE	OPPIDA	ORANGE
OVH.COM	PSA PEUGEOT-CITROËN	PROVE & RUN
RATP	RENAULT	REUNIWATT
SAFRAN	SCALEOSHIP	SECTOR
SHERPA ENGINEERING	SNCF	SYSTEMATIC PARIS-REGION
SUPMECA	SYSNAV	TEMIS
SYSTRAN	THE COSMO COMPANY	TRIALOG
UNIVERSITÉ DE VERSAILLES SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES	THALES	UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY
UNIVERSITÉ PARIS-SUD	UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE	UNIVERSITÉ PARIS 8
VECSYS	VOCAPIA	VALEO
WALLIX		



Institut de Recherche Technologique SystemX
8, avenue de la Vauve – CS 90070 - 91127 PALAISEAU CEDEX - France
Tél. : +33 (0)1 69 08 05 68 • contact@irt-systemx.fr • www.irt-systemx.fr

