

Pré-proposition : Projet ASTUCE,

Ambient System That fits with User requirements in a Context Evolution

Défis 3 – Stimuler le renouveau industriel, 2015

Le projet ASTUCE vise à établir une nouvelle méthodologie de conception et d'exécution de systèmes ambiants auto-adaptatifs pour travailleurs mobiles dans une usine (centrale électrique) en contextualisant les différentes vues intervenant dans ces systèmes par intégration de retours successifs d'expérimentation.

1. Pertinence et caractère stratégique du projet

En amont des objectifs scientifiques et technologiques du projet ASTUCE, il convient de situer le projet par rapport aux grands défis sociétaux relevés dans ce projet, l'impact économique de la recherche concernée ici et le gain en compétitivité attendu (deux des composantes de l'Agenda stratégique « France Europe 2020 »).

Nous allons donc détailler l'adéquation du projet avec les attentes de l'appel à projet générique de l'ANR en 2015 et de son plan d'action 2015 établi depuis l'Agenda stratégique « France Europe 2020 ».

Tout d'abord, ce projet répond à l'appel à projet générique. Il s'agit d'une re-soumission qui prend en compte à la fois les retours détaillés du rapporteur après la deuxième phase d'évaluation et les nouvelles attentes de l'ANR. Ainsi les thématiques abordées dans le projet ASTUCE sont précisément liées au Défi 3 du plan d'action 2015 : « Stimuler le renouveau industriel ».

En effet, les premiers objectifs scientifiques et techniques du projet ASTUCE proposent de déployer un système ambiant composé de différents objets connectés offrant des services adéquats aux utilisateurs avec lesquels il pourra interagir dans des environnements où aujourd'hui encore l'efficacité et le confort des professionnels ne bénéficient pas de telles avancées. Ces objectifs sont donc en parfait accord avec l'axe 2 de l'appel : « Usine du futur, système, produit, process » et plus particulièrement dans la thématique « Usine intelligente, connectée, pilotée » dans lequel l'ANR rappelle que l'usine du futur doit être intelligente et connectée. Elle doit intégrer les nouvelles technologies permettant d'augmenter les possibilités cognitives des ressources humaines (humain augmenté). En effet « avec l'internet des objets, l'objet physique devient un véritable acteur du pilotage de l'usine; la prise d'information au plus près du produit ou de l'opération élémentaire ». Cette description est en cohérence avec nos objectifs technologiques.

En complément, le projet a pour objectif de gérer la prise en compte de différents points de vues dans la conception de systèmes ambiants (performance, interaction homme/machine, charge cognitive, voire sécurité, économie d'énergie...) et en particulier la prise en compte essentielle des facteurs humains. Ainsi il se propose de mettre en place une méthodologie innovante de conception et de validation d'un système ambiant centré utilisateur (approche orientée scénario). A ce titre, ses ambitions côtoient celles de l'axe 1 « Travail, Place de l'homme, organisation des écosystèmes, valeur sociétale » et plus particulièrement la thématique où l'homme est bien considéré comme un élément du système.

Par ailleurs ce projet, entre dans le cadre stratégique des instruments « projet de recherche collaborative – Entreprises » (PRCE) de par son principal domaine d'application : un système d'assistance pour les techniciens d'intervention dans les opérations de maintenance d'une usine thermique de production d'énergie d'EDF. Ce domaine d'application est donc issu du milieu industriel et sera exploité jusqu'à des expérimentations « in situ ». Ces dernières permettront d'envisager, hors cadre de ce projet mais dans son prolongement, la réalisation d'un produit quasi-définitif exploitable sur le terrain dans une phase expérimentale plus longue dite « in vivo ».

En parallèle, la volonté de généraliser les résultats de ce projet nous conduirons à étudier la faisabilité de leur mise en œuvre dans un autre domaine d'application, tout aussi prioritaire économiquement parlant, qu'est l'assistance aux professionnels dans les établissements d'accueil de personnes en perte d'autonomie. Dans ces deux cas, l'évolution des conditions de travail, améliorera confort et efficacité des professionnels, et aura de fait un impact en termes de compétitivité.

2. Objectifs scientifiques et technologiques

Les objectifs scientifiques et technologique de ce projet de recherche-industrie consistent à acquérir de nouvelles connaissances et aptitudes pour mettre au point de nouveaux produits, procédés ou services bénéficiant aux sociétés et institutions publiques dont une partie de la main d'œuvre a de fortes activités en mobilité et dans des environnements équipés d'objets physiques connectés. Le nombre toujours croissant d'outils et d'équipements connectés (i.e. tablettes, smartphones, TV, capteurs, etc.) dans les environnements de travail, et la multiplication des systèmes d'informations accessibles nécessitent une médiation logicielle de plus en plus élaborée pour fournir des applications réellement utiles et pertinentes pour l'utilisateur dans ses activités.

La conception et la mise en œuvre d'un système ambiant s'auto-adaptant à un environnement dynamique et ouvert n'est pas chose aisée. On entend par système ambiant à la fois l'infrastructure et les services (ou applications) offerts à l'utilisateur. En effet, il n'est pas possible de prévoir de façon exhaustive et a priori l'ensemble des situations pouvant survenir. La mobilité des utilisateurs dans une usine de grande taille, comme une centrale électrique, renforce l'imprévisibilité du contexte.

Les objectifs scientifiques du projet ASTUCE portent sur trois axes:

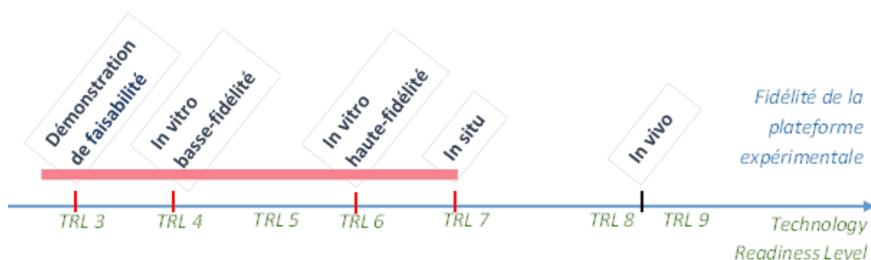
1. Offrir une séparation des points de vue dans la conception et le déploiement d'un système ambiant. Un point de vue correspond à une préoccupation sensible au contexte. On peut ainsi distinguer différents points de vue: (i) les processus métiers permettant de spécifier la succession des tâches à réaliser, (ii) le point de vue des interactions homme/machine spécifiant les modalités d'interaction, (iii) le point de vue humain avec la mesure de sa charge cognitive, voire (iv) le point de vue sécurité, qui identifie les risques de sécurité encourus par un humain dans la réalisation de sa mission, (v) la minimisation de la consommation d'énergie, etc. Tous ces points de vue doivent s'agencer et s'adapter à la situation dans laquelle l'utilisateur se trouve et doivent permettre de fournir à l'utilisateur une continuité de services satisfaisant ses exigences.
2. Proposer une méthodologie de conception et de validation d'un système ambiant centré utilisateur. En effet, il est nécessaire de revoir les approches de conception existantes qui ne tiennent pas compte de l'utilisateur. Une approche orientée scénario avec des retours d'expérience utilisateur mesurables est souhaitable très tôt dans le cycle de conception. Différentes métriques permettront d'évaluer la pertinence des adaptations, certaines seront liés à l'analyse du comportement de l'utilisateur (charge cognitive) d'autres porteront sur les processus métiers (temps passé dans certaines étapes, etc.).
3. Evaluer ces impacts sur l'adaptation des applications offertes à l'utilisateur s'appuie, quant à elle, sur des méthodes issues des SHS (Sciences Humaines et Sociales) qui permettent de mesurer in fine la satisfaction de l'utilisateur.

Les objectifs technologiques du projet recouvrent à la fois des outils, des méthodes et des produits :

1. En termes d'outils, cela passe par la collecte et la conception formelle d'outils utilisés durant les expérimentations utilisateurs, via des équipements classiques ou innovants. Parmi ces derniers nous nous concentrerons sur des équipements centrés utilisateur tel que les oculomètres de type « head mounted » et mobile. Cette technologie, non invasive et très performante, nous permettra de collecter et analyser en temps réel certaines variables liées au comportement oculaire des utilisateurs (nombre et durée des fixations, dilatation pupillaire...) afin de mieux comprendre le déroulement de leurs processus cognitifs et adapter la tâche et le contexte à ces données. Ce travail, expérimental et très prospectif, est une première en son genre, très peu d'études existent sur l'exploitation en temps réel des données oculométriques dans des environnements complexes et critiques.
2. En termes de méthodes et procédés, cela passe par une validation des approches proposées, la séparation de points de vue et les retours d'expérience des utilisateurs, durant les phases de conception et de déploiement d'un système ambiant. Deux domaines d'application sont alors ciblés par ce projet. Le premier est issu du monde industriel et concerne les techniciens d'intervention pour les opérations de maintenance dans les usines de production d'énergie d'EDF. Les expérimentations, pour ce domaine d'application, se feront sur la plate-forme d'expérimentation du site EDF de Chatou puis sur le terrain dans le cadre d'une usine thermique EDF de production électrique. Dans les deux cas, ce sont de vrais techniciens en situation qui utiliseront les solutions du projet selon des protocoles expérimentaux rigoureux. Le second domaine d'application servira principalement à tester la généralité des modèles et métriques du projet, et se limitera à l'étude de faisabilité et la production d'un démonstrateur. Il portera sur l'assistance au personnel de surveillance des personnes en perte d'autonomie dans des établissements médicalisés tels des EHPAD (Etablissements d'Hébergement pour Personnes Agées Dépendantes). Les équipements connectés comme les attentes utilisateur seront alors suffisamment différents pour évaluer la généralité de notre solution.
3. En termes de produits, le projet ASTUCE proposera une plateforme générique logicielle/matérielle pour la conception, la mise en œuvre et le support de services aux utilisateurs mobiles évoluant dans un environnement ambiant équipé d'objets connectés.

Notre méthodologie sera basée à la fois sur des itérations et sur des scénarios. En effet les scénarios sont utilisés en conception pour rendre compte de l'utilisation de ressources dans le contexte de l'activité actuelle ou future des utilisateurs identifiés ou potentiels. Ils sont accessibles aux différents acteurs qui participent à la conception et au développement [8] car ils fournissent un langage commun pour tous les participants, en particulier la coopération avec les utilisateurs finaux. Ils sont flexibles et peuvent revêtir différents niveaux

d'abstraction du plus abstrait (succincts) au plus concrets (très précis). Les scénarios permettent aussi de piloter une démarche itérative. Une attention toute particulière a été portée dans cette re-soumission, sur les efforts nécessaires pour la mise en place des plateformes expérimentales et pour ne pas présager des possibilités du consortium. Ainsi, nous prévoyons 3 grandes itérations, pour cibler trois niveaux d'expérimentations : in vitro basse-fidélité ; in vitro haute-fidélité et in situ (respectant les TRL de la figure ci-dessous). L'historique détaillé des incidents dans l'usine considérée, « in vivo », nous servira pour l'établissement des scénarios et protocoles expérimentaux des trois niveaux précités. Néanmoins aucune expérimentation « in vivo » n'est prévue en retour, de par la durée du projet.



Pour la première itération, nous pourrions nous appuyer sur les rapports internes d'EDF décrivant des problèmes rencontrés lors d'exploitation de centrales (de l'ordre du millier d'événements) et sur nos collaborations actuelles qui constitue les bases existantes de la plate-forme expérimentale du projet ASTUCE. Ainsi, nous pourrions à la fois mener des études sur l'activité des futurs utilisateurs, leurs tâches et établir les scénarios tout en initiant nos travaux exploratoires.

A la fin de chaque itération, en fonction de nos avancements et des résultats des expérimentations, nous pourrions intégrer de nouveaux scénarios et/ou monter en fidélité dans notre plate-forme expérimentale.

Notre capacité à générer des résultats

Au-delà des **publications** scientifiques sur les résultats du projet, ce dernier permettra de :

1. produire une base de mesures et relevés expérimentaux qui pourront servir à la communauté de chercheurs du domaine de l'Intelligence Ambiante,
2. produire des prototypes industriels validés et donc prêt à **l'industrialisation** grâce à la présence dans le consortium d'entreprises susceptibles d'opérer un transfert,
3. évaluer la **pertinence** d'un déploiement en nombre des solutions innovantes du projet, se doter d'un très grand nombre d'informations pour la préparation des **formations professionnelles** qui pourraient proposées à des techniciens d'intervention, pour nos collègues des SHS, d'accéder à de nouveaux outils pour **l'analyse** de l'activité des utilisateurs sur la base des résultats du projet.

En rupture avec l'existant, le projet ASTUCE vise à établir une nouvelle méthodologie de conception et d'exécution de systèmes ambiants auto-adaptatifs pour travailleurs mobiles dans une usine (centrale électrique) en contextualisant les différentes vues intervenant dans ces systèmes par intégration de retours successifs d'expérimentation. L'auto-adaptation et les retours expérimentaux reposeront sur différents modèles et métriques afin de mesurer la pertinence des auto-adaptations et prévoir l'impact pour l'utilisateur. Ces modèles et métriques seront eux-mêmes évalués à partir de séries d'expérimentations sur terrain conduites par des experts en SHS, afin d'affirmer ou d'infirmer les modèles proposés. La capacité des systèmes ambiants ainsi conçus, permettrons de gérer une partie de l'imprévisibilité du contexte, pour assurer la continuité des services rendus à l'utilisateur.

3. Cohérence de la pré-proposition

Le consortium du projet ASTUCE est composé de six partenaires dont voici les noms et les contacts :

Partenaires	Etablissements	Coord.	Contact 1	Contacts	e-mail
Informatique Signaux et Systèmes de Sophia	UNS / UMR CNRS	Oui	Jean-Yves Tigli	Alain Giboin, Stéphane Lavirotte, Philippe Renevier, Gaëtan Rey	tigli@unice.fr
Laboratoire d'Electronique, Antennes et Télécommunications	UNS / UMR CNRS	Non	Daniel Gaffe		gaffe@unice.fr
EDF Recherche et Développement	EDF	Non	Geoffrey Aldebert	Sylvaine Nugier	geoffrey.aldebert@edf.fr
HiKob	HiKob	Non	Guillaume Chelius	Antoine Fraboulet	guillaume.chelius@hikob.fr
Ludotic	LudoTic	Non	Teresa Colombi	Leonid Synyukov	teresa@ludo-tic.com
PRISM	UVSQ/UMR CNRS	Non	Béatrice Finance	Yehia Taher	beatrice.finance@prism.uvsq.fr
Inria Sophia Méditerranée	Inria	Non	François Brémond	Annie Ressouche	annie.ressouche@inria.fr

La figure ci-contre présente la structure générale du projet et son architecture. Pour chacune des problématiques identifiées, un ou plusieurs partenaires y adossent leurs compétences.

Niveaux « Services Utilisateur et Multi-points de Vue »

Les services offerts à l'utilisateur seront décrits selon une modélisation basée sur plusieurs points de vue comme expliqué précédemment. Ce niveau implique ainsi trois partenaires : l'équipe ADAM du laboratoire PRiSM (points de vue liés au processus métiers), l'équipe Rainbow de l'I3S (points de vue liés aux interactions homme/machine) et l'entreprise LudoTIC (points de vue liés à la prise en compte de facteurs humains).



Niveaux « Equipements Ambiants » [7]

Ce niveau implique l'entreprise HiKoB, qui fournira l'infrastructure matérielle et logicielle du projet adaptée aux besoins des expérimentations via la mise en place d'un réseau d'équipements. La société sera également susceptible de porter l'industrialisation éventuelle des produits à l'issue du projet. HiKoB est une spin-off d'Inria, l'ENS Lyon et l'INSA de Lyon. HiKoB intègre les dernières avancées de la mesure embarquée autonome et des technologies de communication multi-sauts pour capter et collecter des données sur le terrain. Les cofondateurs HiKoB ont participé à l'élaboration et à la réalisation de l'ANR SensLab.

Niveau « Middleware pour l'auto-adaptation au contexte opérationnel » [2]

La mise en place de ce niveau sera mise en œuvre par le projet RAINBOW du laboratoire I3S de l'Université Nice Sophia Antipolis. La conséquence directe d'une infrastructure de services ou contexte opérationnel en perpétuelle évolution est la nécessaire auto-adaptation continue des services composites fournis à l'utilisateur. Le projet RAINBOW propose un middleware et un modèle d'auto-adaptation basés sur une composition dynamique de services, des ensembles de règles sélections-compositions de services (appelées aspects d'assemblage) indépendantes à la conception selon des préoccupations séparées et dont il convient de gérer les interférences dans leur mise en œuvre à l'exécution. Ce projet sera l'occasion d'éprouver et d'améliorer cette approche pour la continuité des services en intégrant les besoins utilisateurs changeants.

Niveaux « Médiation de données ambiantes » et « Reconnaissance d'événements complexes » [3] [4]

Cette problématique sera traitée par l'équipe ADAM du laboratoire PRiSM et l'équipe STARS d'Inria (dont un membre du LEAT en délégation). L'intégration (agrégation) de données ambiantes est au cœur du projet. L'équipe ADAM a proposé un système de médiation de données ambiantes appelé CAIMAN (Context-aware data Integration Management for Ambient eNvironment). Les problématiques adressées ici concernent la mobilité des sources de données et des utilisateurs, la connexion/déconnexion dynamique des sources, la production de données en flux et la corrélation de ces flux avec des BD de références et avec le contexte de l'utilisateur pour mieux appréhender leur sémantique. L'équipe STARS d'Inria a une expérience dans la reconnaissance d'événements complexes à partir d'informations hétérogènes observées et collectées (capteurs vidéo, audio,...). STARS s'appuie sur une approche synchrone et des modèles d'états finis pour générer automatiquement des moteurs de reconnaissances. L'apport de STARS se situe à plusieurs niveaux : (i) formaliser et exporter la description des événements de bas niveau écoutés, (ii) mettre en œuvre la supervision et la reconnaissance des événements (iii) vérifier exhaustivement des propriétés grâce à l'approche synchrone.

Niveaux « Application à l'Assistance des Agents d'intervention en Usine de production Electrique et autres applications prospectives » [5]

Le cas d'usage privilégié dans ce projet s'appuie sur un scénario industriel. Les données, ainsi que les lieux d'expérimentation seront fournis par EDF Recherche et Développement dans le cadre d'une usine thermique de production électrique. Le travailleur mobile impliqué dans les expérimentations sera le technicien d'intervention dans une centrale électrique. Un cas d'étude complémentaire repose sur une collaboration déjà initiée entre Inria, l'I3S, le CHU de Nice dans le cadre d'un EHPAD de la région niçoise. Les solutions du projet ASTUCE seront alors reprises dans la conception d'un système ambiant d'assistance aux personnels de l'EHPAD. Cette étude se limitera à une étude de faisabilité et non d'expérimentations.

Niveau transverse « Validation sur analyse de facteurs humains in vitro et in situ » [6]

L'introduction des SHS dans ce type de projet est indispensable pour éviter tout techno-centrisme, en introduisant en particulier des outils d'analyse sensibles aux facteurs humains. Fort de leurs expertises, l'équipe WIMMICS de l'I3S et l'entreprise LudoTIC permettront une conduite rigoureuse des expérimentations « in vitro » et « in situ » avec des protocoles d'expérimentations bien définis. En tant qu'entreprise innovante et équipe de recherche reconnue dans le domaine de l'ergonomie, ils mettront en œuvre de toutes nouvelles

techniques d'observation telles que l'oculométrie cognitive pour tenter d'évaluer la charge cognitive de l'utilisateur à chaque instant.

La complémentarité des partenaires de recherche scientifiques du projet est assurée par la connaissance commune approfondie des contraintes issues de l'intelligence ambiante. Leur complémentarité repose sur les travaux antérieurs qu'ils ont pu mener dans le domaine sur des problématiques scientifiques différentes (médiation de données ambiantes et processus métiers adaptatif pour l'équipe ADAM du PRISM, middleware pour l'informatique ambiante pour l'équipe RAINBOW de l'I3S, analyse des usages et des besoins utilisateur dans l'ingénierie de la connaissance pour l'équipe WIMMICS de l'I3S, système de perception et de reconnaissance de l'activité d'agents évoluant dans un monde physique pour l'équipe STARS d'Inria).

Pour atteindre ces objectifs, l'équipe du projet ASTUCE partira d'un existant. Une première plate-forme expérimentale ambiante U-INSITHER, conçue par EDF R&D sur du middleware WComp produit par l'I3S, est déjà disponible et fonctionnelle dans un environnement in vitro avec un niveau de basse fidélité sur le site expérimental de Chatou. Cette plateforme permet de poser les bases (connexion au système d'information de l'entreprise, mise en place de services ambiants basiques, orchestration de service...) du travail proposé dans ASTUCE. Cette plate-forme a dès lors permis de mettre en avant les limites actuelles que n'arrivent pas à franchir les grandes entreprises, et sur lesquelles le projet ASTUCE va se focaliser tels que :

1. la conception des processus métiers qui ne prend aujourd'hui pas en compte l'ensemble des préoccupations sensibles au contexte et se modélise souvent loin des utilisateurs finaux,
2. l'ouverture de plus en plus nécessaire des données des applications métiers qui sont aujourd'hui souvent confinés dans des progiciels,
3. l'appréhension de la mobilité dans l'entreprise qui, contrairement au domaine du grand public, doit être fortement connectée au système d'information pour fonctionner correctement et nécessite alors un système de haut niveau capable d'orchestrer les services entre les différents équipements utilisés.
4. la gestion du grand nombre de situations dans lequel le professionnel de terrain peut se retrouver, de par les variations des équipements disponibles sur lui et aux alentours, les conditions environnementales dans lesquelles il évolue, les facteurs humains auxquels il est sensible.

En complément d'autres partenaires ont déjà développé des plateformes opérationnelles présentant les bonnes caractéristiques techniques pour une intégration rapide. Ainsi le PRISM dispose de son middleware CAIMAN pour la médiation de données qui sera intégré dans un middleware ASTUCE complet associé à WComp de l'équipe Rainbow. HiKob, fournit de même des équipements et des services logiciels qui seront rapidement intégrés à l'infrastructure de la plate-forme ASTUCE.

Qualification du coordinateur de projet : Jean-Yves Tigli (www.tigli.fr) est Maître de Conférences en Informatique à l'Ecole Polytechnique de l'Université de Nice - Sophia Antipolis, et effectue ses recherches sur les middlewares pour l'informatique ambiante dans l'équipe Rainbow du Professeur Michel Riveill. Il est titulaire de la prime d'Excellence Scientifique (PES) pour ses activités de publication et d'encadrement doctoral. Il récemment coédité un livre sur l'Intelligence Ambiante publié à l'international [1]. En parallèle de ses activités de recherche, il valorise ses travaux auprès d'entreprises menant des activités R&D en Intelligence Ambiante comme EDF. Il a participé à de nombreux projets de recherche impliquant académiques et entreprises, souvent en tant que coordinateur ou responsable scientifique (ex. Projet RNTS ErgoDyn 2004-2007, projet de recherche Ubiquarium région PACA 2006-2007, un projet CEDRE Franco-Libanais 2007-2008, ...), parfois soutenu par l'ANR (CONTINUUM, programme ANR VERSO 2008), ou le MAE et le CNRS (UBIFLOOD, projet STIC ASIA, avec la National University of Singapore et l'AIT de Bangkok).

4. Références

- [1] G. Calvary., T. Delot, F. Sedes, J.-Y. Tigli (2013), Book on "Computer Science and Ambient Intelligence" Wiley-ISTE, 352 pages, ISBN 978-1-1185-7810-0.
- [2] J.-Y. Tigli, S. Lavrotte, G. Rey, N. Ferry, V. Hourdin, S. Fathallah, C. Vergoni, M. Riveill, "Aspects of Assembly: from Theory to Performance" in Transactions on Aspect-Oriented Software Development (TAOSD), vol. 7271, Springer, 2012, ISSN 1864-3027
- [3] K. T. Huynh, B. Finance, and M. Bouzeghoub, "Towards an ambient data mediation system", In the 2nd Int. Workshop on Information Management for Mobile Applications (IMMoA'2012), Istanbul, Turkey, 2012.
- [4] F. Brémond, G. Charpiat, S. Moisan, A. Ressouche, M. Thonnat, "STARS, Spatio-Temporal Activity Recognition Systems", Team activity report 2012, <http://raweb.inria.fr/rappportsactivite/RA2012/stars/>
- [5] EDF R&D, <http://innovation.edf.com/>
- [6] LudoTIC, <http://www.ludotic.fr/>
- [7] HiKob, <http://www.hikob.com/>
- [8] Carroll J.M. (2000). Five reasons for scenario-based design. Interacting with computer, Vol. 13, Issue 1, pp 43-60. Elsevier Science.