

Plan « intelligence ambiante » : défis et opportunités

Document de réflexion conjoint
du comité d'experts « Informatique Ambiante » du département ST2I du CNRS et
du Groupe de Travail « Intelligence Ambiante » du Groupe de Concertation Sectoriel (GCS3) du
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, DGRI A3
Version 1.2 finale – 14 octobre 2008

Joëlle Coutaz, James L. Crowley

Objet du document

L'objectif de ce document est de préciser un plan de recherche pour relever les défis posés par «l'Intelligence Ambiante». Nous examinons les impacts potentiels des sciences et technologies de l'information et de la communication, des nanotechnologies et des SHS dans ce domaine. Nous identifions les verrous technologiques qui en bloquent les impacts, et proposons un plan d'actions permettant d'atteindre des objectifs ambitieux auxquels la recherche française se doit de répondre de manière structurée et fédérée entre les sources de financement possibles.

Ce document repose, pour une large part, sur le travail concerté entre les deux groupes de réflexion mis en place parallèlement par la DGRI A3 (dans le cadre du G.C.S « mathématiques, physique, nanos, usages, sécurité et STIC ») et le CNRS ST2I (dans le cadre de sa prospective stratégique).

Le document en synthèse

L'intelligence ambiante vise à offrir un espace quotidien « intelligent » d'accès à l'information ou à des services numériques permettant une utilisation adaptée, naturelle et conviviale. Un espace technologique adapté est capable de « comprendre » les caractéristiques des usagers, de l'environnement, de s'adapter contextuellement aux besoins, de répondre intelligemment aux demandes ou de réagir de façon appropriée. Cette « intelligence » est rendue possible par la **convergence** des technologies mêlant objets intelligents, réseaux de communication et interfaces multimodales pour fournir de nouveaux services aux utilisateurs. Les micro et nano technologies sont particulièrement adaptées aux contraintes opérationnelles. La réflexion sur les usages, les questions d'éthique, le respect de la vie privée et la sécurité des informations personnelles sont des enjeux clefs de l'intégration des dispositifs issus de l'intelligence ambiante et une condition *sine qua non* pour leur succès futur.

Enjeux

L'intelligence ambiante constitue l'un des moteurs les plus puissants pour le développement des STIC pendant les 10 prochaines années. De nombreux secteurs industriels sont concernés : environnement, alimentation, agriculture, communication, tourisme, habitat, transport, e-administration, santé, sécurité civile, etc. Au plan international, on observe un fort développement des programmes de R&D sur cette problématique. En Europe, l'intelligence ambiante est considérée comme stratégique par les grands groupes industriels, les PME et les centres de recherche qui se sont regroupés au sein de trois grandes plates-formes technologiques : ARTEMIS, EPoSS, EUROP. Récemment (2006), une dynamique s'est créée autour des *Living Labs*, nouveau concept de « laboratoires vivants » en phase avec la stratégie de Lisbonne. Ils sont caractérisés par un réseau de partage d'information, de recherche et d'expérimentation dans les domaines de la mobilité et de la société de l'information, centrés sur l'appropriation des technologies et sur leur impact sociétal. On compte de nombreux *Living labs* dans le monde dont 4 français.

Orientation stratégique

Dans ce domaine émergent, il importe de définir une vision, des orientations et des priorités. Une réflexion concertée entre les deux groupes de travail qui avaient été mis en place parallèlement par la DGRI A3 (dans le cadre du G.C.S « mathématiques, physique, nanos, usages, sécurité et STIC ») et le CNRS ST2I (dans le cadre de sa prospective stratégique) vise à établir un diagnostic sur la situation dans ce secteur et à formuler des recommandations en matière d'orientation pour le système de recherche national.

Recommandations

De nombreux domaines et thèmes de recherche sont concernés par les défis posés par l'intelligence ambiante. Les traiter de manière disciplinaire permet des progrès localisés notables. **Il est donc primordial de maintenir le soutien à ces recherches fondamentales et appliquées.** Toutefois, pour déployer véritablement l'intelligence ambiante, il faut établir des conditions favorables à une **recherche pluridisciplinaire et ambitieuse sur le long terme.** Il convient donc d'établir, dans la dynamique d'un réseau identifié, un partenariat vertueux entre les organismes de recherche, les universités, les grandes écoles, le monde industriel, les acteurs de développement au niveau territorial. Cet objectif peut être atteint, notamment, par la **mise en place d'un instrument national de recherche et d'expérimentation pour l'intelligence ambiante.**

L'instrument national de recherche et d'expérimentation pour l'intelligence ambiante se distingue des projets de plates-formes par le spectre des disciplines scientifiques impliquées et par la durée. Au-delà de la traditionnelle plate-forme usages, cet instrument doit permettre de susciter en temps réel la conception responsable des nouvelles applications et des nouveaux produits. Il couvrirait les actions complémentaires suivantes :

- 1- *Identification de chantiers d'expérimentation in vivo à grande échelle*: l'interdisciplinarité sur le terrain. L'innovation a lieu à toutes les échelles, mais la nature de l'informatique ambiante ne peut se suffire de simulations en laboratoire. L'expérimentation *in vivo*, c'est-à-dire dans le monde réel avec toute sa variabilité et à grande échelle, est inévitable. Cette définition devrait se faire en concertation avec les collectivités locales et les partenaires industriels : transports, villes, santé, énergie, développement durable, etc.
- 2- *Création d'un réseau des acteurs académiques, industriels et institutionnels* répartis sur le territoire national. Ce réseau se construira à partir d'un noyau dur de la R&D française en intelligence ambiante coopérant sur des « chantiers » d'envergure d'une durée de 4 à 8 ans.
- 3- *Création d'une structure d'animation de la recherche en intelligence ambiante de dynamique comparable à celle d'un GdR.* Cette structure permettra de donner un cadre d'échanges, de structurer une communauté ouverte en permanence à toute équipe désireuse d'y contribuer. On privilégiera l'exploitation des frontières entre disciplines, avec une volonté affirmée d'impliquer les acteurs industriels de la R&D et ceux du développement territorial.
- 4- *Dotation pour le réseau d'une plate-forme collaborative d'expérimentation.* Cet ensemble de moyens humains dédiés et de ressources matérielles doit permettre **l'expérimentation in vivo pluridisciplinaire à grande échelle** sur plusieurs chantiers. L'objectif est de promouvoir la généralité des théories, des concepts, des technologies et des méthodes, de favoriser la définition de normes, mais aussi d'anticiper les problèmes juridiques et éthiques, d'étudier de nouveaux modèles économiques, d'observer et d'analyser les usages en situation réelle et sur la durée.

Table des Matières

1. L'intelligence ambiante	1
1.1 Un peu d'histoire terminologique	2
1.2 Des communautés scientifiques actives, mais dispersées	2
1.3 Les chercheurs et industriels français : présents, mais pas moteurs	3
1.4 Les domaines précurseurs de l'intelligence ambiante	3
1.5 Des alliances avec des disciplines aux évolutions majeures	4
2. Défis et verrous scientifiques	9
2.1 Défis de type <i>Business</i>	9
2.2 Défis scientifiques	9
2.3 Défis éthiques	12
2.4 Synthèse	12
3. Plan d'actions recommandé	14
3.1 Les principes du plan	14
3.2 Les chantiers	16
3.3 Le réseau de laboratoires ou d'équipes en intelligence ambiante (RIA)	16
3.4 La structure d'animation de la recherche en intelligence ambiante (AIA)	17
3.5 La plate-forme d'intelligence ambiante nationale ouverte (PIANO)	17
3.6 La gouvernance	18
Une proposition concernant la gouvernance de ce programme est donnée à la fin de ce document.	18
3.7 Échéancier indicatif	18
3.8 Les coûts	21
Annexe 1 : Positionnement de l'instrument national en Intelligence Ambiante	24
A1.1 En synthèse	24
A1.2 Living Labs et ENoLL (European Network of Living Labs)	24
A1.3 Plates-formes européennes	25
A1.4 Aux USA	26
A1.5 Les projets financés par l'ANR en 2007 et 2008	26
Annexe 2 : Les compétences en France	29
A2.1 Projets européens du 6 ^{ème} PCRD	29
A2.2 Laboratoires pressentis (par ordre alphabétique)	30
A2.3 Les groupes de travail académiques (ordre alphabétique)	38
A2.4 Partenaires industriels pressentis	40
A2.5 Le potentiel industriel dans les régions (ordre alphabétique)	42
Annexe 3 : Thèmes de recherche	48
A3.1 Vision et organisation générales	48
A3.2 Interaction entre services et composants	50
A3.3 Interaction entre les services et les utilisateurs	52
A3.4 Interaction entre les services et l'environnement physique	54
Annexe 4 : Des champs d'application	57
A4.1 Les transports	57
A4.2 Le bâtiment intelligent	59
A4.3 Les situations de crises	62
A4.4 Les systèmes ambiants en extérieur	62
Annexe 5 : Le projet FET PERADA-PANORAMA, un exemple d'articulation transverse	63
Bibliographie	65

Suivi des modifications :

Vers	Date	Auteurs	Modifications
0.0	10-17 mars 08	J. Coutaz et J.L. Crowley	Plan et première version du rapport.
0.1	20 mars 08	J.-J.Lavenue	Compléments SHS
0.2	22 mars 08	B. Braunschweig	Maj ANR
0.21	23 mars 08	JL Crowley	Fixed problems with figures
0.3	15 et 16 avril 08	J. Coutaz	Intégration des contributions de Y. Haradji, P. Temple, MP Gleizes, P. Salembier, D. Kaplan
0.31	16 avril 2008	JL Crowley	Minor Edits, comments
0.32	17 avril 2008	J. Coutaz	Intégration J-J Lavenue (reformulation)
0.33	17 avril 2008	J. Coutaz	Nouvelle rédaction section 5.
0.34	17 avril 2008	JL Crowley	Rédaction section en robotiques, remis discussion dispositifs PACT, corrections section 3. Réécriture des sections sur capteur-actionneurs et perception, action, decision en 3.4.
0.35	18 avril	J. Coutaz	Edition mineures
0.36	19 avril	JL Crowley	Modifs dans le paragraphe "Service Intelligent".
0.37	19 avril	J. Coutaz	Intégration contribution de D. Sanz + Pascal Estrailier
0.38	20 avril	J. Coutaz	Intégration contribution de Pascal Estrailier
0.39	21 avril	JL Crowley	Réorganisation du 1.4 pour concentrer sur les technologies précurseurs et les impacts sur les autres technologies.
0.40	24 avril	J. Coutaz	Sections 3 et 4 mises en Annexe de façon à mettre en évidence les défis et faciliter une lecture rapide de nos propositions. La section 5 (proposition d'action devient la section 3)
0.41	29 avril	J. Coutaz, J. Crowley	Edition et relecture globale (vérification de la bonne prise en compte des contributions des membres du groupe) avant envoi au groupe de réflexion. Rédaction positionnement (section 3.5).
0.42	4 mai	J. Coutaz	Ref. ISTAG+ Intégration contribution de Raphaël Prenat (GdRI-A3)
0.43	10 mai	J. Coutaz, J. Crowley	Intégration modifications et contribution (descr. LAAS) de P. Temple-Boyer + description LIG.
0.44	13 mai	J. Coutaz	Revisite commentaires B. Braunschweig.
0.45	8 juillet 08	J. Coutaz	Intégration des contributions de : Anne-Marie Benoît (éthique, juriste, CNRS, membre du groupe GIERE, Grenoble), Carole Rossi et Pierre Temple (Industriels Midi-Pyrénées), David Sanz-Herrero (SNCF), Laurent Julliard (dir. EmSOC, Pôle de Compétitivité Minalogic nano micro-technologies, Grenoble), Jean-Jacques Lavenue (descr. CERAPS), Alain Brénac (comment. en fin de section A1.1 sur les projets européens), Pascal Estrailier (living Labs). Insertion descr. du LRI, de Verimag.
0.46	10, 15 juillet 08	J. Coutaz, J. Crowley	Révision section 3 (plan d'action) selon les décisions de la réunion tél. du 6 juin 08. Yvon Haradji (figure 2).
0.47	17 juillet	J. Coutaz	Intégration analyse SWOT (initiée par Pascal Estrailier)
0.48 -9	22-23 juillet	J. Coutaz	Intégration de la contribution de M. Riveill (descr.I3S et industries PACA)
0.50	24-30 juillet, 1 ^{er} août	J. Coutaz	Intégration de la contribution de M. Riveill (descr.I3S et industries PACA), Ch. Conseil (Bordeaux), réorg. section 3 (rem. de Pascal Estrailier)
0.51	4, 9, 15, sept	J. Coutaz	Intégration des contributions de P. Salembier (descr. ICT-ITT, GdR), de MP Gleizes, MC Roussel, P. Salembier, B. Defude, P. Temple (les GdR), de Y. Haradji (descr. EDF), D. Simplot-Ryl (acteurs Nord Europe, descr. LIFL & CRI Lille), F. Charbit (desc. CEA, édition générale, nouvelle proposition Fig.2)
0.52	17 sept.	J. Coutaz	Edition suite, Int. Contrib. V. Donzeau-Gouge (gouvernance)
0.53	19-20 sept.	J. Coutaz	Ajoût Franuhaufer ds Positionnement (Annexe 1)+ édition du plan d'actions + inte. contrib. M. Riguidel (IT. PERADA)+ integ. couts
0.54	21 sept.	J. Coutaz	Maj section Planning prev.
0.55	25 sept., 28 sept.	J. Coutaz	Int. contrib. de M. Riveil, MP Gleizes, V. Issarny, B. Braunschweig, D. Simplot-Ryl
0.6	3 oct	V. Donzeau-Gouge	Gouvernance modifiée
0.61	5 oct	B. Braunschweig & F. Tarrier, ANR	Suppression colonne 1 du tableau de financement, ajout d'une hypothèse basse, mise en cohérence de quelques paragraphes et renommage de la plateforme
1.2	5-6-14 oct.	J. Coutaz et J. Crowley, V. Donzeau-Gouge	Retour de J.-C. Laprie, lecture et édition finale. Placement de la gouvernance en fin de document.

Membres du comité d'experts « Informatique Ambiante » du département ST2I du CNRS

Animateurs : Joëlle Coutaz (UJF, LIG), James L. Crowley (INP Grenoble, LIG)

Michel Banâtre, Paul Couderc (IRISA)

Bruno Defude (Institut Télécom Sud-Paris)

Pascal Estrailier (DGRI A3)

Marie-Pierre Gleizes (IRIT)

Yvon Haradji (EDF R&D), membre du groupe OFTA sur informatique diffuse

Carole Rossi (LAAS)

Marie-Christine Rousset (LIG, Univ. Joseph Fourier), membre du CS ST2I

Pascal Salembier (ICD-Tech : CICO, FRE 2848 CNRS)

David Sanz-Herrero (SNCF), membre du groupe OFTA sur informatique diffuse

Jean-Claude Laprie (LAAS)

Michel Riveill (Université de Nice, I3S)

David Simplot-Ryl (LIFL), membre du groupe OFTA sur informatique diffuse

Membres du Groupe de Travail « Intelligence Ambiante » du Groupe de Concertation Sectoriel (GCS3) du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, DGRI A3

Animateur : Pascal Estrailier (DGRI A3)

Jacques Blanc-Talon (DGA)

Bertrand Braunschweig (ANR)

Alain Brenac (MESR-DGRI A3)

Françoise Charbit (CEA)

Joëlle Coutaz (LIG, Université Joseph Fourier)

James L. Crowley (LIG, Groupe INP Grenoble)

Nikolaos Georgantas (INRIA)

Valérie Issarny (INRIA), responsable du groupe de travail OFTA sur l'informatique diffuse

Daniel Kaplan (FING)

Jean-Jacques Lavenue (Lille2)

Hugues Metras (CEA/LETI)

Michel Riguidel (Institut Télécom)

Pierre Temple-Boyer (LAAS)

Ambiance ; ambiant : Atmosphère matérielle ou morale qui environne une personne, une réunion de personnes ; qui entoure de tous côtés, constitue le milieu où l'on se trouve [Le Petit Robert].

Intelligence : (a) Faculté de percevoir, de raisonner et d'agir sur son environnement afin d'atteindre ou de maintenir un état (ou objectif). (b) Faculté d'interagir avec son environnement afin d'atteindre ou de maintenir un état (ou objectif).

Intelligence ambiante : Milieu ayant la faculté de percevoir, de raisonner, d'agir et d'interagir afin de fournir des services améliorant la qualité de vie des êtres vivants et notamment des personnes.

Dispositif : Entité physique, artefact, équipement, objet du monde réel assurant un ensemble de fonctions et/ou offrant un ensemble de services.

Entité PACT (Entité AmI) : Dispositif augmenté de facultés de perception, d'action, de communication et de traitement (PACT) grâce à des technologies embarquées d'information et de communication. Des entités PACT peuvent se fédérer ou être fédérés pour offrir des services.

Capteur : Dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physico-chimique observée en une grandeur utilisable, par exemple, comme donnée numérique d'entrée à une entité logicielle.

Actionneur : Dispositif qui transforme une donnée (par exemple, une donnée numérique de sortie d'une entité logicielle) en une grandeur physico-chimique qui modifie l'état de l'environnement.

Service : (a) Assistance (ou commodité immatérielle) fournie à un (ou des) êtres vivant(s) et notamment à des personnes. (b) Actions automatiques programmées pour la capture, le traitement, l'affichage ou la communication d'information.

Système ambiant : Ensemble d'entités PACT (ou AmI) en interaction avec des d'êtres vivants (des humains, notamment).

1. L'intelligence ambiante

L'« intelligence ambiante » trouve son origine dans la révolution imaginée par Mark Weiser, il y a plus de quinze ans aux Etats-Unis [Weiser 91]¹. Par opposition à l'informatique traditionnelle dont l'ordinateur de bureau est l'archétype, la nouveauté tient aux capacités de mobilité et d'intégration des systèmes numériques dans le milieu physique au point de s'y confondre, et ceci de manière spontanée, à de multiples échelles, de la planète au micro-, voire nano-objet. Cette mobilité et cette fusion rendues possibles par la miniaturisation et la puissance des composants électroniques, par l'omniprésence des réseaux sans fil, et par la chute des coûts de production, permettent, à leur tour, d'entrevoir la composition opportuniste de dispositifs et de services de toutes sortes au-dessus d'une infrastructure à granularité et géométrie variables, dotés de facultés de capture, d'action, de traitement, de communication et d'interaction. Les schémas de la figure 1 traduisent schématiquement cette évolution.

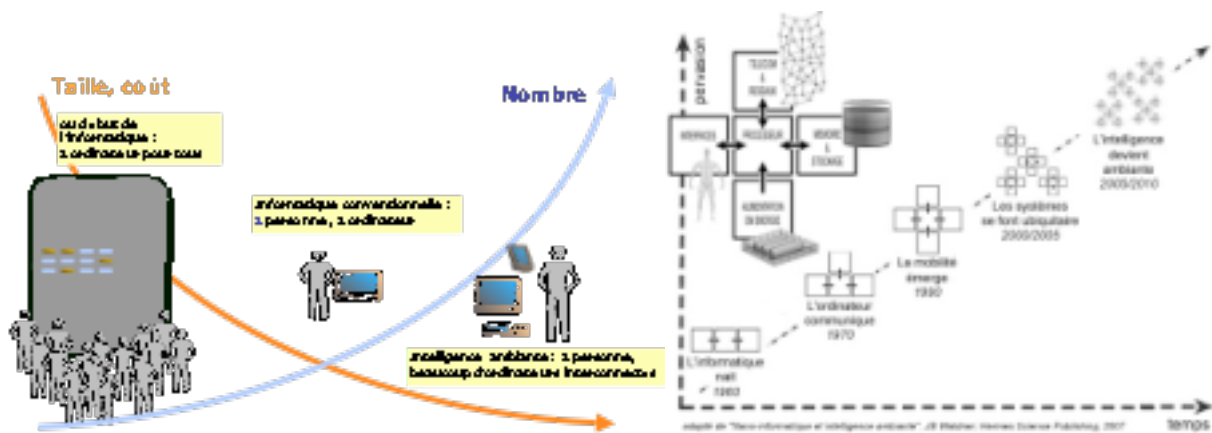


Figure 1. Deux vues sur l'évolution de l'utilisation des ordinateurs. À gauche, la diminution de la taille et des coûts des calculateurs permet de passer d'un ordinateur partagé par tous à de nombreux ordinateurs simultanément utilisables par une même personne [d'après F. Mattern, ETH, Zurich]. À droite, la pénétration progressive de l'ordinateur dans les activités humaines [d'après JB Walchner 07].

La finalité de l'« intelligence ambiante » est l'amélioration, voire l'augmentation du monde réel pour offrir un tout adapté en toute circonstance à l'Homme. Autrement dit, il s'agit de créer des services et des dispositifs intelligents capables de répondre à des besoins individuels, collectifs et sociétaux. Contrairement à l'informatique conventionnelle, il ne s'agit plus seulement de développer des artefacts technologiques qui améliorent l'efficacité de la personne sur son lieu de travail, mais d'améliorer le bien-être de l'individu et de la société, et de là, soutenir la sauvegarde de notre planète. Parce qu'elle affectera, par essence, tous les aspects de notre vie quotidienne, l'intelligence ambiante est appelée à devenir un pilier déterminant de l'économie. Cette ambition confère aux Technologies de l'Information et de la Communication un nouveau statut, celui d'être au service de l'Humanité, bien au-delà du rôle réducteur d'outil de calcul qui leur est souvent attribué².

Le terme « intelligence ambiante », décliné sous différents vocables tels que « ubiquitous computing » ou « pervasive computing », traduit l'émergence d'un nouveau domaine scientifique dont l'histoire est récente.

¹ En vérité, M. Weiser évoquait sa vision dès 1988, c'est-à-dire 4 ans après la commercialisation du premier Macintosh. En France, on parlait alors sur le Minitel, un terminal alphanumérique.

² Notons que la loi Informatique et Libertés du 6 janvier 1978 affirme ce principe à propos de l'informatique. Selon l'article 1, l'informatique « ne doit porter atteinte ni à l'identité humaine, ni aux droits de l'homme, ni à la vie privée, ni aux libertés individuelles ou publiques »

1.1 Un peu d'histoire terminologique

Le terme « ubiquitous computing » (informatique ubiquitaire) a été introduit par Mark Weiser, chercheur à Xerox PARC³, pour désigner sa vision de l'ordinateur du 21^{ème} siècle. Weiser constate que les technologies ancrées dans nos activités quotidiennes sont celles qui savent s'y fondre, jusqu'à disparaître. Il illustre son propos avec l'exemple de l'écriture : omniprésente dans nos sociétés modernes, chacun l'utilise au quotidien sans même y prêter attention. Comparé à l'écriture, l'ordinateur actuel, bien que très répandu, est loin d'être aussi intégré dans le tissu de nos activités. Selon Weiser, l'ordinateur d'aujourd'hui ne constitue qu'une étape vers l'informatique ubiquitaire dont l'ancrage dans le quotidien serait tel qu'il rendrait continuellement des services indispensables sans que personne ne remarque sa présence.

« Pervasive Computing » (informatique diffuse), apparu au milieu des années 90, est une initiative essentiellement industrielle marquée par l'implication d'IBM. L'accent est plutôt mis sur les aspects techniques avec notamment, le développement des supports matériels et logiciels nécessaires à la concrétisation de la vision de Weiser. Les termes « Ambient Intelligence » [ISTAG 01, ISTAG 03] et « Disappearing Computer » apparaissent avec le 5^{ème} PRCD de la communauté européenne. Cette période est fortement marquée par l'initiative de Philips Research qui lance alors le projet « Vision of the Future » [Philips 96] que concrétise un laboratoire d'expérimentations : le Philips Home-lab. Il s'agit de stimuler la créativité, d'explorer de nouvelles opportunités par la convergence de technologies, d'identifier la signification socioculturelle de ces inventions ; en somme, rendre les concepts tangibles, utiles et accessibles à tous.

Pour notre part, dans ce rapport, nous retiendrons le terme « intelligence ambiante » pour désigner de manière aussi œcuménique que possible toutes ces acceptions et actions de recherche éminemment pluridisciplinaires.

1.2 Des communautés scientifiques actives, mais dispersées

La conférence Ubicomp⁴, créée par la communauté « Ubiquitous computing », s'intéresse plutôt à l'expérience de l'utilisateur qu'à la technologie, alors que les conférences Pervasive et Percom⁵ de la communauté « Pervasive computing » sont davantage marquées, au moins à leur tout début, par les défis et solutions techniques des systèmes distribués et des réseaux. Du côté européen, EUSAI (European Symposium on Ambient Intelligence), aujourd'hui renommé AmI – Ambient Intelligence⁶, voit le jour en 2003 sous l'impulsion de Philips Research Design.

Une communauté s'est organisée autour d'un sujet plus ciblé : « context-aware computing ». La notion de contexte n'est pas nouvelle, mais l'imprévu et l'incertitude, qui prévalent en intelligence ambiante, lui confèrent un relief particulier. D'autres sujets sont également étudiés sous un angle d'attaque précis : collectifs d'agents artificiels pour l'intelligence ambiante⁷, Internet of Things⁸ et Machine-to-Machine (M2M) qui n'impliquent pas nécessairement l'humain dans la boucle, objets communicants, mobile computing, wearable computing⁹, environnements et habitats intelligents (villes, domiciles, routes, moyens de transport, meubles, etc.), Tangible and Embedded Interaction¹⁰, interfaces cérébrales, affective computing, Human-Robot Interaction¹¹, systèmes

³ Xerox PARC (Palo Alto Research Centre) : un haut lieu de la recherche aux Etats-Unis (invention du protocole réseau Ethernet, programmation par objet et par aspect, impression laser, concept de station de travail avec l'Alto, interface utilisateur graphique popularisée ensuite par Apple, « Man Computer Symbiosis », invention du papier électronique, etc.)

⁴ <http://www.ubicomp.org/>. Ubicomp, créée en 2001, émane de HUC 99 et de HUC2k (Handheld and Ubiquitous Computing)

⁵ <http://pervasive2008.org/>, <http://www.percom.org/>

⁶ <http://www.ami-07.org/>

⁷ Workshop Artificial Societies for Ambient Intelligence, <http://asami07.cs.rhul.ac.uk/>

⁸ <http://www.internet-of-things-2008.org>

⁹ <http://www.iswc.net/>

¹⁰ <http://www.tei-conf.org/>

embarqués, et bien d'autres.

Les conférences citées ci-dessus servent de creuset de rencontres entre chercheurs et industriels d'origines disciplinaires différentes et ceci sur le plan international. Il convient également de préciser que toute la communauté STIC est concernée par l'intelligence ambiante : tous les actes des conférences et revues des disciplines établies des STIC incluent des sessions liées à l'intelligence ambiante. C'est que ce sujet pose de nouveaux défis à chacune d'entre elles avec, à la clef, de nombreux champs applicatifs aux retombés socioéconomiques inattendues. Mais quelle est la place actuelle des chercheurs et industriels français ?

1.3 Les chercheurs et industriels français : présents, mais pas moteurs

On trouvera en Annexe 2 une présentation détaillée de l'implication des acteurs français en intelligence ambiante. En synthèse :

- La communauté française est présente sur la scène internationale, mais n'est pas à l'initiative d'actions d'envergure visibles : elle participe à des projets européens, mais trop rarement en tant que coordinateur de projets. Elle est présente dans les comités de programme des conférences citées ci-dessus ou dans la définition des programmes d'appels européens, mais seulement grâce à la notoriété individuelle de quelques chercheurs.
- Les programmes de recherche de l'ANR (tout comme ceux de l'Europe) vont dans le bon sens. La durée des projets (de 2 à 4 ans, 3 en moyenne) permet d'initier des recherches, mais n'en garantit pas la pérennité – sauf, peut-être, pour les projets "de plates-formes" pour lesquels la pérennité des recherches et des technologies développées est demandée et constitue un critère d'évaluation. En complément des projets et plates-formes soutenus par l'ANR, il faudra trouver des prolongements pérennes et évolutifs dans nos laboratoires, auprès des PME et des grands groupes. Toutefois, ces derniers osent rarement la prise de risque ou subissent régulièrement des réorientations brutales de leur schéma de recherche.
- La pluridisciplinarité est prônée depuis de nombreuses années, mais en pratique, elle a du mal à mûrir. À l'évidence, les organismes de recherche, centrés sur l'excellence disciplinaire, ne favorisent pas l'intégration croisée des savoirs. Le système d'évaluation et de recrutement ne permet pas (ou trop peu) l'émergence de nouveaux domaines, telle l'intelligence ambiante.
- La demande industrielle commence seulement à émerger et rares sont les entreprises qui se réfèrent à ce vocable. Dans le domaine du bâtiment, la domotique très axée sur le matériel sûrement au détriment des usages, a tué l'œuf dans le nid. Toutefois, quelques consortiums commencent à se former.

Ce constat appelle une réaction d'envergure aujourd'hui possible en raison d'évolutions scientifiques et technologiques majeures dans des domaines précurseurs. Ces domaines, alliés à d'autres disciplines, offrent les conditions opportunes au développement de l'intelligence ambiante.

1.4 Les domaines précurseurs de l'intelligence ambiante

L'intelligence ambiante est devenue envisageable par l'émergence de technologies de rupture issues de la microélectronique, des télécommunications, de l'informatique et des technologies de l'Internet.

La microélectronique

La poursuite de la décroissance exponentielle des coûts de calcul, décrite par la loi de Moore, reste le phénomène dominant propulsant l'introduction de l'informatique et des télécommunications dans

¹¹ <http://hri2007.org/>

toutes les facettes de la vie humaine. Grâce à la microélectronique, il est devenu possible d'embarquer des capteurs, des actionneurs ainsi que des moyens de communication et de traitement dans les objets du quotidien, et cela à faible coût. La microélectronique est aujourd'hui le pilier de la plupart des grands secteurs industriels. On s'accorde toutefois à penser que d'ici une dizaine d'années, cette technologie aura atteint ses limites matérielles. L'innovation viendra alors de la création de services à fortes valeurs ajoutées au plus près des besoins des utilisateurs, accompagnée d'une orientation progressive vers les nanotechnologies.

La télécommunication numérique large bande

Le monde des télécommunications a subi un essor foudroyant ces dernières années. Grâce aux progrès des réseaux, les technologies du numérique ont pénétré d'une manière massive tous les milieux socio-économiques. Dans l'habitat, citons le succès du "Triple play" qui regroupe la communication téléphonique, la télévision et l'accès à l'Internet par Wifi (IEEE 802.11) et une unique connexion par l'ADSL. Des fournisseurs imaginent déjà d'autres services sur le même modèle. La communication numérique à large bande offre des canaux à bas prix pour l'interconnexion massive des capteurs et des effecteurs sans les coûts ni la rigidité des installations par câble. La généralisation des réseaux sans fil et de leurs protocoles conditionne *de facto* le développement de l'intelligence ambiante.

L'informatique et les technologies de l'Internet

Dans la dernière décennie, l'informatique est devenue l'un des moteurs essentiels de l'économie mondiale. Selon des études récentes de la Commission Européenne¹², la croissance annuelle de ce secteur est estimée à plus de 15%, modifiant radicalement les procédés de développement, la logistique et les chaînes de distribution. Sa part dans la valeur des produits est significative, soit, d'ici cinq ans : 37% dans les télécommunications, 41% dans les dispositifs électroniques grand public et la maison intelligente, 33% dans les équipements médicaux. En recherche, les avancées sont manifestes dans toutes ses spécialités : systèmes répartis et intergiciels, bases de données, réseaux, modèles et langages, perception artificielle, synthèse d'image et animation, systèmes formels, interaction homme-machine, description sémantique et ontologie, systèmes cognitifs, systèmes multi-agents, etc. Internet, devenu l'infrastructure de communication à l'échelle planétaire, en est le succès le plus évident. Associé au Web, il a bousculé tous les usages. Il est maintenant possible d'embarquer un petit serveur http et d'affecter une adresse IP à chaque dispositif, même de petite taille. Bien que cette technologie soit banale pour les informaticiens, son application à une échelle massive offre des opportunités radicalement nouvelles fondées notamment sur la composition opportuniste de services.

Si les microtechnologies, les télécommunications et l'informatique constituent les disciplines fondatrices de l'intelligence ambiante, de nouvelles opportunités s'offrent maintenant à nous sous réserve d'établir des alliances de recherche avec d'autres disciplines et spécialités aux évolutions, elles aussi, majeures.

1.5 Des alliances avec des disciplines aux évolutions majeures

L'innovation viendra nécessairement de la capacité d'ouverture des disciplines annonciatrices de l'intelligence ambiante à d'autres disciplines, depuis les nanotechnologies jusqu'aux sciences humaines et sociales.

Les microtechnologies et les nanotechnologies

Le développement des microtechnologies doit permettre d'ouvrir les champs d'application de la microélectronique à des thématiques scientifiques pluridisciplinaires issues de la physique, de la chimie et de la biologie. Ce développement devrait utiliser les potentialités d'intégration des

¹² <http://cordis.europa.eu/ist/embedded/software.htm>

technologies silicium et polymères en vue de la réalisation de microsystèmes complexes présentant des fonctionnalités de détection, d'actionnement, de traitement des données, de décision, de visualisation, de communication et/ou d'autonomie. Dans un souci de plus forte intégration, les nanotechnologies¹³ visent en parallèle à créer des objets moléculaires qui, à l'instar des systèmes biologiques s'assemblent et s'auto-organisent en systèmes complexes. Ce paradigme d'auto-construction par auto-réorganisation des atomes confère aux nanotechnologies le statut de technologie générique dite métatechnologie. Les applications des micro&nano-technologies sont innombrables.

L'enjeu porte sur l'intégration de "l'intelligence" autour de l'homme et de son environnement dans le cadre de nombreux domaines d'applications : la santé, l'environnement, la sécurité, l'aéronautique et l'espace, etc. Les micro/nanosystèmes autonomes et communicants pourront être enfouis dans des structures, des objets, des vêtements, voire des personnes (cf. biotechnologies) et fonctionneront en réseau indépendamment de toute action extérieure. Citons pour exemple les microsystèmes de détection physiques et/ou électromécaniques (température, pression, accélération, flux, intensité lumineuse, etc.) qui détecteront une présence ou qui permettront de contrôler l'ambiance d'un bâtiment, les microsystèmes de détection biochimiques qui diagnostiqueront en continu l'état physiologique de personnes.

L'interaction homme-machine (IHM)

Le domaine de l'Interaction Homme-Machine est née aux Etats-Unis et en Europe du Nord au tout début des années 80 (presque 10 ans plus tard en France) par l'alliance des savoir-faire en informatique, en ergonomie, en psychologie cognitive, en sociologie, en ethnologie et en design. Le Macintosh, et tout récemment l'iPhone, sont emblématiques de la prise de conscience de l'importance des développements technologiques centrés sur l'utilisateur. Il s'agit pour ce domaine de proposer des théories, des modèles, des méthodes et des outils pour concevoir et réaliser des logiciels interactifs qui soient utiles, utilisables, accessibles, acceptables, voire tout simplement plaisants, jouant sur les émotions ou les rapports affectifs et sociaux avec l'objet technologique. Si l'un des enjeux reste l'amélioration des performances humaines et le plaisir dans l'accomplissement de tâches, l'intelligence ambiante ouvre de nouvelles perspectives marquées par l'improvisation et la créativité.

Jusqu'ici les concepteurs d'interfaces homme-machine visaient la conception de logiciels interactifs structurés mais suffisamment ouverts pour que l'utilisateur puisse y faire sa place. Le nouvel enjeu n'est plus seulement de fournir des produits finalisés pour des tâches et des activités données, mais de fournir des outils pour que l'utilisateur devienne le concepteur, le « créateur de ses propres choses » et par extension, l'inventeur de son propre système ambiant¹⁴. À l'instar des logiciels

¹³ Les principes de la nanotechnologie ont été formulés par Richard Feynmann en 1959 à la conférence de l'American Physical Society.

¹⁴ Dans cet esprit, relevons les précurseurs fondés sur les théories de Seymour Papert (mathématicien et pionnier de l'Intelligence Artificielle au MIT) : les Lego-Logo, les Lego Mindstorms qui permettent, par assemblage et programmation, de construire des objets robotisés. On trouvera plus tard au MIT les Triangles de H. Ishii pour élaborer des contes et, chez Sony, les Data Tiles de Rekimoto pour assembler des services à façon. Plus récent, le LilyPad Arduino, alliant art et technologie, permet, entre autres, de concevoir et de coudre ses propres e-vêtements (par exemple, des flèches lumineuses « brodées » au dos d'une veste pour indiquer un changement de direction), mais aussi chez Nokia, l'exploration du concept de Morph en alliance avec les nanotechnologies, pour un téléphone déformable aux surfaces autonettoyantes et composants électroniques transparents.

libres, nous aurons demain du « matériel libre » disponible de manière collective. La plate-forme BUG de Bug labs illustre cette tendance¹⁵. À terme, il est parfaitement envisageable de concevoir des infrastructures de conception collective avec/par les utilisateurs (living labs). Mais ces avancées ne pourront se faire sans l'implication active des sciences humaines et sociales.

Les sciences humaines et sociales (SHS)

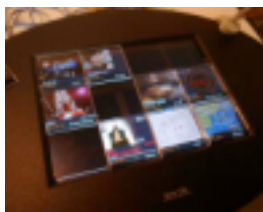
Les sciences humaines et sociales n'ont pas toujours été associées au développement des nouvelles technologies. C'est essentiellement en interaction homme-machine que le rapprochement s'est produit entre les STIC et les SHS (ergonomie, psychologie cognitive, sociologie et ethnographie) même si les informaticiens résistent encore à intégrer les aspects IHM dans leurs processus de développement. Or l'expérience montre que des décisions orientées système, même si elles se trouvent enfouies dans les couches basses des logiciels, peuvent avoir des répercussions néfastes sur l'utilisabilité et l'acceptabilité des objets technologiques. Des lois issues de la psychologie cognitive comme la loi de Fitts (qui permet de prédire le temps nécessaire à un humain pour pointer une cible), sont à l'origine de nombreuses inventions tels les menus circulaires. L'alliance psychologie cognitive-IHM-ergonomie a déjà fait ses preuves, mais il convient d'être plus systématique dans l'application des modèles cognitifs prédictifs. Chaque jour, nous constatons le rôle du design et des arts dans l'invention de nouveaux objets communicants comme le Nabaztag, produit français dont le succès international est incontestable. Le caractère pervasif de l'intelligence ambiante appelle également un rapprochement avec les architectes (spécialistes en urbanisme, en bâtiments publics, en habitat privé, en infrastructures routières, etc.), avec les artistes.

Les usages comme ceux du Nabaztag, des SMS et autres espaces sociaux comme Second Life, FaceBook, YouTube ou les blogs, ne se décrètent pas. Ils émergent. En intelligence ambiante, le futur est déjà là. L'ensemble des visions développées par les entreprises ou les chercheurs (scénarios ISTAG par exemple) ne valent que par leur capacité à représenter notre projection du présent, alors que nous vivons déjà dans un monde interconnecté. L'adoption se passe dans un contexte nettement plus désordonné et confus (« messiness »¹⁶), qui à défaut d'être anticipé, peut aussi être pris en compte, en particulier dans les plates-formes d'expérimentation, en général conçues « propres et ordonnées ». L'expérimentation, pour être pertinente, se doit donc de respecter le désordre inhérent à la « vraie vie », d'où le terme proposé d'« expérimentation *in vivo* ».

Les SHS sont nécessaires à la compréhension de ces phénomènes, mais aussi à l'anticipation des craintes de la société (habitats intelligents et politiques sécuritaires). L'ACI « Asphales » (2004-2007) entre juristes et informaticiens sur la sécurité juridique et la sécurité informatique en a été un exemple fructueux qui mérite d'être renouvelé. La prise en compte notamment de la faisabilité juridique des projets (conformité à la loi informatique et liberté, protection des données



Les Triangles
[Gorbet 98]



Les Data Tiles
[Rekimoto 01]



Le LilyPad
Arduino
<http://www.arduino.cc>



Le Nabaztag
<http://www.nabaztag.com>



Le concept de Morph
(Nokia, univ. de Cambridge)

¹⁵ La plate-forme BUG (www.buglabs.net) permet à l'utilisateur de se fabriquer des objets à partir de modules électroniques (81 actuellement), par exemple un appareil photo qui note la position géographique de la prise de vue sur une carte pour l'envoyer ensuite sur Flickr, site de référence en matière de partage de photos. Vidéo de démonstration : www.youtube.com/watch?v=N5May_FzcvE

¹⁶ Voir en particulier Genevieve Bell, Paul Dourish *Yesterday's tomorrows : notes on ubiquitous computing's dominant vision*, Pers. Ubiquit. Comput. (2006)

personnelles, etc.) pourra faciliter la mise en place pratique des projets d'habitats intelligents (gares, Navigo¹⁷, vidéosurveillance, géolocalisation, etc.). La prise en compte d'une dimension juridique sera particulièrement utile pour le montage des partenariats publics-privés et pour la mise en œuvre de projets (élaboration et gestion juridiques des projets, mise en évidence des contraintes et obstacles aux projets de recherches, moyens d'y faire face). Elle le sera également pour la détermination de la nature juridique des référentiels qui pourront être élaborés ; sur le rôle de l'expertise (comme production, utilisation, contrainte, responsabilité), et de manière générale pour la prise en compte des phénomènes possibles de convergence scientifique et de convergence juridique, dans la perspective par exemple, de la protection des libertés face au développement possible d'une société de surveillance [de Blomac 08]¹⁸. Enfin, la rapidité de l'innovation dans le domaine des STIC constitue un défi majeur à la capacité d'adaptation de la science juridique face à des évolutions technologiques qui vont avoir un impact crucial pour la société du futur. Cette connaissance partagée entre recherche SHS et recherche STIC conditionnera à coup sûr le développement d'une intelligence ambiante maîtrisée et acceptée.

La robotique

Dans la culture populaire, les robots sont présentés comme des entités artificielles autonomes dotées d'une intelligence suffisante pour imiter les comportements et les pensées de l'Homme. La réalité technologique est tout autre. Aujourd'hui, nous trouvons plusieurs catégories de dispositifs vendus sous le nom de "robot" : les dispositifs mécaniques préprogrammés, sans autonomie, comme les robots industriels utilisés pour la manipulation et l'assemblage dans les chaînes de fabrication ; les dispositifs à autonomie limitée et à prix réduit, pour des tâches spécifiques (par exemple, les robots de nettoyage Roomba de iRobot) ; les robots articulés de forme humanoïde (Qrio, Asimo, Nau) ou canine (Aibo) comme compagnons ou objets ludiques ; les engins autonomes pour l'exploration et la reconnaissance des milieux hostiles tels les fonds marins, l'exploration spatiale et planétaire, ou les applications militaires.

Avec l'émergence de l'intelligence ambiante, une nouvelle catégorie de dispositifs robotiques est envisagée : le robot périphérique. Dans ce cas, le robot est une entité douée de facultés de perception, de raisonnement, d'action et de communication, qui peut être recrutée dynamiquement dans une fédération de composants pour fournir des services. Le robot, en soi, n'est qu'une intelligence limitée. Ses actions sont commandées par les services en coordination avec d'autres entités de l'environnement. Son autonomie lui sert à maintenir son état de fonctionnement. Nous pouvons inclure dans ce domaine tous les travaux autour des transports intelligents permettant à divers types de véhicules de se mouvoir dans un environnement ouvert¹⁹. Mais un robot est susceptible aussi de servir d'"incarnation" pour l'interaction. Le domaine scientifique autour de l'"affective computing" explore déjà l'usage des modèles articulés des visages. Couplés à une interaction vocale, de tels dispositifs créent une illusion forte d'intelligence, quasi humaine. Une application naturelle de cette technologie serait de doter l'intelligence ambiante avec l'apparence d'un visage humain.

Les systèmes cognitifs

Dans la dernière décennie, la convergence entre l'informatique, les neurosciences et les sciences cognitives ont favorisé l'émergence d'une science des systèmes cognitifs. Les systèmes cognitifs

¹⁷ Le passe Navigo, qui fait suite à la carte Orange de la RATP, contient une puce RFID sur laquelle sont chargées des données personnelles qui permettent de reconstituer les déplacements de la personne sur deux jours. Sur demande de la CNIL, la RATP propose aussi le Navigo découverte qui ne contient pas d'informations personnelles, mais plus onéreux que le Navigo classique.

¹⁸ Le Monde2 du 12 avril 2008 titre en première page : «Peut-on encore disparaître ? Téléphones, ordinateurs, caméras, cartes électroniques : il devient de plus en plus difficile de se soustraire à la surveillance des technologies modernes, non sans dommage pour la vie privée ».

¹⁹ <http://www.internetactu.net/2008/07/17/les-apprentis-sorciers-de-linformatique-ambientale/>

sont des systèmes artificiels dotés de capacités de perception, d'action, d'apprentissage, d'adaptation et de raisonnement. Ils sont ancrés dans les boucles sensori-motrices augmentées de capacités cognitives. Leur conception est inspirée des modèles et théories des systèmes biologiques adaptés aux technologies de l'informatique.

Les systèmes complexes

Parce que les systèmes ambiants sont susceptibles d'être constitués d'un grand nombre d'entités en interactions non-linéaires avec des boucles de rétroaction, ils appartiennent à la classe des systèmes complexes. La connaissance de leur dynamique doit être approchée de manière novatrice par l'auto-observation en temps réel car les méthodes formelles ou les simulations a priori sont inappropriées du fait de leur évolution permanente. Ces entités autonomes de granularité très variable et développées indépendamment, participent à la réalisation de l'activité collective commune du système ambiant. Un système ambiant est ainsi un système de systèmes pour lequel il faut découvrir une théorie au micro-niveau garantissant l'activité émergente collective souhaitée dans une autre théorie au macro-niveau du système ambiant lui-même. Les systèmes multi-agents auto-organiseurs sont pertinents pour traiter la complexité, l'hétérogénéité, l'ouverture, l'autonomie et l'adaptativité inhérentes aux systèmes ambiants. Les approches par composants orientés services le sont également. Un rapprochement entre ces deux paradigmes, l'un issu de l'intelligence artificielle, l'autre promu en système réparti, pourrait aboutir à des solutions originales.

Synthèse

Historiquement, les progrès de rupture en microtechnologie, en télécommunication et en informatique ont permis, par leur alliance, de propulser le concept d'intelligence ambiante au niveau mondial. Nous découvrons chaque jour de nouveaux exemples de mise en œuvre, parfois spectaculaires et inattendus. Mais ces innovations sont avant tout le fruit d'ingénierie ad hoc aux succès non prévus. Elles ne sont pas le fruit de recherches fondamentales génériques prédictives.

L'intelligence ambiante pose des défis dans chacune des trois disciplines fondatrices (microtechnologie, télécommunication, informatique). Mais, l'alliance avec d'autres disciplines clefs (nanotechnologies, IHM, SHS, robotique, systèmes cognitifs et systèmes complexes) est incontournable si nous voulons innover de manière rationnelle. Le spectre est large, mais il convient de tenter le rapprochement pluridisciplinaire car l'invention viendra à l'interface de ces domaines : on ne peut pas, en l'état, identifier les plus prometteurs. Tous sont indispensables à une création maîtrisée pour relever les défis.

2. Défis et verrous scientifiques

Nous relevons trois types de défis : business, scientifiques et éthiques.

2.1 Défis de type *Business*

La plupart des entreprises sont à la recherche de services pour lesquels les clients sont prêts à investir sans (trop) compter. Ce sont les applications clefs ou « killer applications ». Ces applications sont rares et difficiles à identifier. Citons la technologie SMS, inventée pour l'usage interne des entreprises de télécommunication (maintenance), qui est devenue de façon inattendue un service phare des téléphones portables. Citons aussi le « Triple Play » qui associe Internet, télévision et téléphonie dans un même boîtier et qui a rallié en quelques années plusieurs millions d'abonnés en France. Comme l'indique Y. Punie, la réussite des progrès technologiques est largement soumise aux conditions socio-économiques [Punie 05].

Pour répondre à ces enjeux, il est nécessaire d'identifier les cas d'usage pertinents (ceux qui correspondent à des besoins sociétaux solidement identifiés) et de conduire des expérimentations à grande échelle en situation réelle pour valider et, le cas échéant, faire évoluer les solutions imaginées par les scientifiques. Ceci implique de disposer de nouveaux outils de recherche adaptés permettant de recueillir et de traiter massivement, en temps réel, les données issues de ces expérimentations. Mais si, de manière générale, les usages et les modèles économiques associés ne sont pas complètement prévisibles, alors les défis scientifiques sont d'autant plus aigus.

2.2 Défis scientifiques

L'intelligence ambiante, nous l'avons vu, a pour vocation de fournir de nouveaux services, de nouveaux outils, aux humains, à la société. Nous définissons un service comme une assistance (ou commodité immatérielle) fournie à un (ou des) êtres vivant(s) et notamment à des personnes. La notion de service est apparue récemment dans les sciences informatiques. Dans ce contexte, un service offre une fonction utilisable par un tiers. Ce tiers peut être un ou plusieurs êtres vivants ou un autre service.

La mise en place de services innovants en intelligence ambiante soulève des défis scientifiques considérables puisque les usages émergent et que la nouveauté peut venir des utilisateurs qui s'approprient les objets technologiques de manière inattendue. Il nous faut donc aboutir à des **technologies génériques, facilitantes et façonnables** : génériques en sorte d'être applicables en toute circonstance, facilitantes pour permettre le développement rapide de services par des professionnels, façonnables en sorte d'être « organisables » et transformables à volonté par l'utilisateur final et ceci dans un **monde hétérogène, contraint, dynamique et multi-échelle**²⁰. Il ne s'agit pas de créer un monde uniformisé et normalisé, mais bien d'en respecter la diversité et l'inattendu.

Autrement dit, il s'agit d'inventer les concepts, les modèles, les technologies et les méthodes pour :

- des services évoluant correctement dans des environnements hétérogènes, dynamiques, fortement contraints et multi-échelle,
- des services autonomes, voire émergents, mais maîtrisés,
- des services sûrs, fiables et sécurisés,
- des services intelligents,
- des services interagissant avec l'utilisateur de manière adaptée,
- des services respectant des valeurs éthiques.

²⁰ Ce que, en termes moins techniques, Bell et Dourish appellent « a messy fragmented world » [Bell 06].

Des services dans des environnements hétérogènes, dynamiques, contraints et multi-échelle.

Les environnements de calcul, de communication et d'interaction sont très hétérogènes. Les entités de calcul, souvent issues de l'électronique grand public, reposent sur des caractéristiques propriétaires et sont peu interopérables. Il en va de même pour les technologies réseau, allant de l'Internet (TCP/IP) jusqu'aux bus de terrain issus d'organismes de normalisation concurrents (CAN, Lonworks, etc.). Les ressources d'interaction (du mur interactif aux lunettes augmentées en passant par les téléphones mobiles et les assistants personnels) sont très hétérogènes par leurs caractéristiques interactionnelles et par les supports logiciels sous-jacents. Cette diversité est due aux spécificités des différents domaines d'applications ainsi qu'à la rude concurrence entre les acteurs du marché. Cet état des choses n'est pas prêt de changer.

Les environnements sont également très dynamiques. Les ressources disponibles évoluent régulièrement. Par exemple, la présence d'un téléphone portable ou d'un assistant électronique en un lieu n'est pas permanente. Les réseaux sont mis à jour régulièrement. Enfin, les besoins des utilisateurs évoluent en fonction de leurs activités. Il est aussi très facile d'imaginer que les solutions d'aujourd'hui ne soient pas celles de demain. Il est donc essentiel que toute proposition soit évolutive.

Ces environnements se caractérisent aussi par un nombre important de ressources (de calcul, de communication et d'interaction, de capteurs et d'actionneurs) à gérer. Cela est aggravé par le fait que les ressources à considérer ne sont pas toujours fiables et ne se limitent pas à un seul endroit mais concernent souvent plusieurs lieux.

Hétérogénéité, dynamique et multi-échelle posent sous un jour nouveau les questions de développement, de déploiement et de maintenance des services et de leurs supports d'exécution.

Des services autonomes, voire émergents, mais maîtrisés par l'utilisateur

Les utilisateurs entendent bénéficier de services sans pour autant interagir continuellement et directement avec tous les services d'un système ambiant. Ceci implique que ces services devront s'adapter par eux-mêmes à l'hétérogénéité de l'environnement et aux conditions changeantes. De plus, parce que le concepteur ne peut pas tout prévoir, il conviendra de donner aux services les capacités d'interagir pour réaliser de nouveaux services, dits émergents. L'utilisateur peut, bien entendu, émettre une demande de service qui doit être satisfaite. Mais certaines tâches doivent pouvoir être réalisées par des composants artificiels de manière transparente en conservant la qualité de service sans être ni initiées, ni pilotées directement par l'humain. Cela revient à concevoir des systèmes complexes capables de s'adapter et de fournir de nouveaux services en fonction de l'environnement dans lequel ils évoluent.

Des services sûrs et sécurisés

Les services aux utilisateurs devront respecter un ensemble d'exigences dites non fonctionnelles incluant la disponibilité, la sécurité ou encore la sûreté. Ces deux dernières sont fondamentales. Elles représentent l'un des freins majeurs à l'adoption de services : si un service ne peut garantir son parfait fonctionnement intrinsèque (c'est-à-dire sa sûreté), il ne saurait être installé dans un environnement humain. Il est également nécessaire de garantir à un utilisateur qu'un service personnel est sécurisé, c'est-à-dire qu'il est accessible à son destinataire selon des moyens d'authentification, qu'il ne peut être détourné par un tiers non autorisé et/ou que les données collectées ne font l'objet d'aucune altération.

Des services intelligents

Pour être considérés comme intelligents, les services doivent être incarnés, situés et autonomes. Un service incarné ("embodied" en anglais) doit être fondé sur des capacités sensori-motrices. De tels services existent pour agir en sorte de maintenir un système dans un état donné. Les actions peuvent

être physiques (en gestion d'énergie, action sur la lumière, environnement acoustique ou autres propriétés) ou de nature communicante (comme pour les systèmes de logistique, de surveillance ou de conseil). Dans tous les cas, leurs actions sont commandées et contrôlées par des consignes en rétroaction avec les capteurs.

Un service situé doit reposer sur des modèles de situation. Ces modèles peuvent décrire la composition de l'espace en un lieu avec une description de sa topologie et de sa fonction. Les modèles d'activités peuvent décrire les acteurs présents dans l'environnement avec leurs actions, leurs interactions et leurs objectifs. Les modèles de situation sociale permettent d'identifier les rôles sociaux des acteurs et ainsi de mieux anticiper et adapter les services en évitant les ruptures.

Un service autonome doit être capable de maintenir ses propres fonctionnalités. Les capacités dites autonomiques incluent les capacités d'auto-surveillance, d'auto-configuration, d'auto-réglage, d'auto-correction et d'auto-description. Ces facultés assurent la robustesse des services en réponse aux aléas des conditions d'opération.

Dans cette perspective, l'intelligence n'est pas une propriété intrinsèque d'un système, mais une description caractérisant ses capacités d'interagir avec son environnement ou avec les humains.

Des services interagissant avec l'utilisateur de manière adaptée

Interagir avec l'utilisateur de manière adaptée signifie que la nature de l'interaction entre les services et l'utilisateur dépend étroitement : 1) des activités et des objectifs des utilisateurs, 2) de leurs capacités sensori-motrices et cognitives, 3) de la disponibilité des ressources d'interaction du lieu de vie actuel. Une interaction adaptée doit remplir plusieurs missions :

- Informer sans surcharger : au-delà d'un contenu informationnel situé, l'utilisateur doit savoir quels services sont à l'écoute et comment s'adresser à eux,
- Pratiquer un bon équilibre entre interaction implicite et interaction explicite, c.-à-d. entre autonomie et maîtrise humaine : assurer les tâches assignées avec la qualité attendue, mais laisser à l'utilisateur la possibilité d'inspecter et de contrôler, de faire évoluer les services facilement, voire de construire de nouveaux assemblages à la manière d'un mecano (l'utilisateur ne doit plus être limité dans sa créativité : les technologies du futur, rappelons-le, doivent être façonnables),
- Solliciter l'utilisateur de manière opportune : protéger l'utilisateur contre les dérangements intempestifs par une technologie apaisante et apaisée (« calm technology »),
- Remodeler l'interface utilisateur tout en préservant ses qualités ergonomiques : changer de modalité d'interaction, migrer ou décider d'une nouvelle distribution dans le lieu de vie en exploitant au mieux les informations contextuelles.

Des services respectant des valeurs éthiques

Cette question dépasse la vue classique de la perte de contrôle des machines par l'humain. Respecter des valeurs éthiques signifie que le système ambiant doit être en mesure de modéliser les valeurs de ses usagers de façon à prendre ou aider à prendre les « bonnes » décisions en cas de conflits. Actuellement, nous ne savons pas spécifier un comportement moral. L'approche simpliste consisterait à considérer les valeurs éthiques comme des contraintes supplémentaires que le système devrait satisfaire comme il en va pour toute contrainte. Encore faut-il que ces contraintes soient identifiées. Elles peuvent être très spécifiques (réduire la consommation d'énergie) ou très abstraites (ne jamais blesser un humain). Dans le second cas, l'identification demande une appréciation approfondie des connaissances qu'il convient d'intégrer aux services du système. Si l'on n'est pas capable de développer des machines éthiques, alors il nous faudra, peut-être, mettre en question l'autonomie des systèmes, l'un des grands défis scientifiques cités ci-dessus. Ce dernier point rejoint le problème général des défis éthiques.

2.3 Défis éthiques

Les TIC (Technologies de l'Information et de la Communication) opèrent en permanence des changements sur la vie des institutions, des entreprises, de la société et des personnes. Leur impact social est considérable d'autant que nombre de technologies n'ont parfois pas les effets escomptés par leurs concepteurs. Si ces technologies ouvrent un champ d'opportunités à explorer, à évaluer et structurer, elles génèrent aussi de nouvelles peurs, font renaître d'anciennes craintes et peuvent engendrer de nouveaux dommages. La montée en puissance de l'incertitude quant à leurs applications a pour corollaire un accroissement des exigences de sécurité, une obligation d'information, un droit au « consentement ». L'accroissement paradoxal des risques conduit à engager le dialogue entre la communauté scientifique et les citoyens. Le bouleversement est d'autant plus important que la complexité des questions à trancher peut conduire à la recherche d'une autorégulation et à la production de « normes privées » (contrats-types, chartes, codes de bonne conduite, etc.).

De nouvelles responsabilités apparaissent. Il s'agit alors, au-delà des faits, de faire des choix éthiques, politiques et économiques qui engagent nos sociétés. La sphère des libertés publiques peut être, par son rapport direct aux TIC, un terrain d'investigation privilégié. Comment préserver les droits fondamentaux des personnes dans leurs lieux de vie, et tout particulièrement leur dignité, leur liberté et leur protection ? Comment « aider » technologiquement des patients atteints de maladies invalidantes sans « violer » leur droit à l'intimité ?

La production de règles peut venir du législateur, du juge, des mécanismes « d'auto régulation », auxquels il appartient d'adapter le droit aux avancées de l'intelligence ambiante. Certaines questions -la relation «espace public - espace privé», le concept de finalité, les contours de la vie privée, l'intimité biologique...- en dépassant cependant le cadre de la simple analyse juridique se portent sur le terrain éthique. Il ne s'agit pas d'entraver l'innovation mais de poser des choix sur des valeurs communes comme l'intégrité de la personne, la sécurité... Pour répondre aux questions éthiques posées par l'intelligence ambiante, il est nécessaire d'impliquer les comités de réflexion sur ce sujet, mais aussi d'avancer en recherche sur le concept de « machine éthique » [Allen 2006].

2.4 Synthèse

En somme, l'intelligence ambiante pose les défis scientifiques de l'extrême :

- défi du multi-échelle,
- défi de l'hétérogénéité,
- défi de la dynamique, de l'imprévu, de l'improvisation, de l'adaptation,
- défi de la fusion des mondes physiques et numériques,
- défi éthique, et notamment légalité et normes techniques, sécurité informatique et sécurité juridique, dimensions morale et philosophique,
- défi à propos des modèles économiques dont l'identification est particulièrement difficile à l'heure où Internet bouleverse les acquis.

L'analyse SWOT ci-dessous exprime en synthèse, les forces (Strengths) et les faiblesses (Weaknesses) des systèmes de formation et de recherche pour faire face à ces défis, mais aussi les Opportunités et les Menaces (Threats) susceptibles de se présenter.

	Forces	Faiblesses
Système de Formation	Des formations disciplinaires de qualité à tous niveaux.	Domaine pluridisciplinaire peu ou pas appréhendé dans sa globalité (technologique, mais aussi SHS, droit). Pas assez de place laissée à l'expérimentation sur la durée.
Système de Recherche	Communautés actives.	Pas identifié comme un « domaine » scientifique à part entière. Communautés dispersées dans leurs thématiques. Pluridisciplinarité inexistante, peu effective, ou limitée à 2 domaines. Développement robuste et d'envergure impossible par absence de recrutement sur la durée (8 ans) d'ingénieurs de haut niveau. Conséquence: transfert industriel difficile. Complexité administrative et multiplicité des sources de financement qui pénalisent l'efficacité des chercheurs.
International et Territoires	Soutien de la plupart des territoires à des initiatives sur ce domaine.	Au plan international, pas de rôle moteur des acteurs français. Au plan national, des acteurs dispersés géographiquement.
Impact sociétal et industriel	Plusieurs expérimentations éloquentes. Une richesse de domaines d'application.	Complexité technologique. Cadre éthique et juridique mal adapté. Expérimentations d'envergure rares : absence de moyen d'évaluation à grande échelle et sur la durée
	Opportunités	Menaces
Système de Formation	Rapprochement auprès d'universités et d'organismes comme l'IET (Institut Européen de Technologie). Création de masters internationaux. La formation (et notamment la formation tout au long de la vie) peut servir de domaine d'application à l'Intelligence ambiante.	Carcan disciplinaire et administratif rendant impossible un enseignement de haut niveau, cohérent et complet du domaine.
Système de Recherche	Alliances avec des disciplines aux évolutions majeures favorisant une co-construction pluridisciplinaire des savoirs.	Recherche dispersée dans divers secteurs d'application pouvant nuire à l'émergence de solutions génériques. Système de recrutement disciplinaire sur des profils trop étroits ne favorisant pas la pluridisciplinarité. Inconstance des soutiens et des décisions politiques.
International et Territoires	Des initiatives européennes volontaristes et structurantes autour des plates-formes technologiques et des <i>living labs</i> en Europe (ENOLL) et sur les territoires. Pôles de compétitivité mondiaux ou à vocation mondiale couvrant les défis de l'intelligence ambiante. Opérations Campus.	Une concurrence forte à l'international avec des moyens impressionnants. Une des priorités pour de nombreuses nations. Des régions mises en concurrence.
Impact sociétal et industriel	Une demande poussée par les besoins et les enjeux sociétaux (développement durable, assistance aux personnes, etc.). Des PME High-Tech bien positionnées.	Acceptabilité individuelle et sociétale.

Il conviendra de relever les défis de l'intelligence ambiante pour aboutir *in fine* à des technologies génériques, facilitantes et façonnables pour des champs d'application susceptibles de répondre à de nombreux enjeux sociétaux et économiques. Les verrous ne pourront être levés que par l'alliance, l'organisation synergique, voire la convergence, de disciplines clefs : micro et nanotechnologies, télécommunications, informatique dans toutes ses spécialités, interaction homme-machine, robotique, systèmes cognitifs, systèmes complexes, SHS (psychologie cognitive, sociologie, ethnologie, design, art, architecture, droit).

Le plan d'actions qui suit constitue une opération originale, unique à notre connaissance, par son envergure pluridisciplinaire.

3. Plan d'actions recommandé

De nombreux thèmes de recherche et champs d'application sont concernés par les défis posés par l'intelligence ambiante (voir les Annexes 3 et 4 respectivement pour plus de détails). Les traiter isolément permet des progrès localisés notables, sans toutefois atteindre les objectifs de genericité et de souplesse que nous sommes en droit d'espérer pour l'intelligence ambiante et ses enjeux sociétaux. Il nous faut donc tenter **une alliance pluridisciplinaire à grande échelle** car l'expérience montre que les découvertes se font souvent aux frontières des disciplines de recherche. La pluridisciplinarité est facile à énoncer, difficile à pratiquer. Il s'agit-là d'un défi supplémentaire qu'il nous faut aborder, véritablement. Au-delà des alliances de disciplines, **il convient, au nom de l'efficacité, d'établir un partenariat vertueux entre les organismes de recherche, les universités, les grandes écoles, le monde industriel ainsi que les acteurs du développement territorial**. Nous indiquons ci-dessous comment nous comptons atteindre ces objectifs.

3.1 Les principes du plan

Afin de concilier réalisme et ambition, nous convenons de distinguer deux niveaux complémentaires d'innovation :

- Innovation à *petite* ou *moyenne échelle*, c'est-à-dire à court ou moyen termes (3-4 ans), nécessitant très peu ou peu de partenaires ou de pluridisciplinarité, portant sur des problèmes de recherche pointus mais bien délimités, et pouvant être déployée, testée et validée en laboratoire (milieu contrôlé), éventuellement en situation réelle.
- Innovation à *grande échelle*, c'est-à-dire à long terme (4 à 8 ans), impliquant de nombreux partenaires, s'appuyant sur une recherche résolument pluridisciplinaire, portant sur des problèmes sociétaux d'envergure, nécessitant un déploiement sur de grands espaces et des tests *in vivo* sur la durée pour conduire à des solutions génériques et à des modèles prédictifs.

Les innovations à petite et moyenne échelles sont bien soutenues par l'ANR, par la commission européenne, mais aussi par les régions et le Fonds Unique Interministériel (FUI). Parce que ces dispositifs peuvent concourir à la création de nouvelles communautés (tel le programme FET Disappearing Computer du 5^{ème} PCRD) ou à celle de nouvelles entreprises, **il est primordial de maintenir le soutien de ces recherches fondamentales et appliquées**. Toutefois, ces soutiens ne permettent qu'une validation partielle de résultats élaborés sur le court terme sur des sujets limités. Il convient donc de compléter ces dispositifs par un **instrument national pérenne qui projette vers l'avenir l'innovation à grande échelle** pour un impact sociétal et scientifique tangible.

L'instrument national pour l'innovation à grande échelle que nous préconisons comprend quatre volets complémentaires d'actions unissant en synergie les idées force des formes de soutien européen à la recherche (NoE²¹, projets IP/STREP, Living Labs), mais aussi les différentes sources de financement nationaux en sorte de fédérer des initiatives actuellement dispersées. Toutefois, à la différence de la pratique actuelle au niveau européen, l'instrument national que nous préconisons se distingue par le spectre des disciplines impliquées et par un couplage étroit entre les volets d'actions et un souci de partage sur la durée (8 ans ou plus). Les quatre volets d'actions sont les suivants :

- 1- **Des chantiers d'expérimentation *in vivo* à grande échelle : l'interdisciplinarité sur le terrain centrée sur les besoins et les usages socio-économiques**. Un chantier désigne un champ d'application susceptible de répondre à des besoins individuels, collectifs et sociétaux : transports, ville, santé, aide à la personne, énergie, développement durable, etc.

²¹ NoE : Network of Excellence ou REx (Réseau d'Excellence) ; IP : Integrated Project ; STREP : Specific Targeted REsearch Project.

La définition des chantiers doit se faire en concertation avec les collectivités locales et les partenaires industriels pour fournir à la recherche des visées réalistes, utiles et à forts impacts. Le financement de ces chantiers ne relève pas de ce rapport puisqu'ils devraient faire intervenir les utilisateurs et acteurs socio-économiques. Leur développement se fera en association avec les acteurs industriels, publics et locaux concernés.

- 2- **Un Réseau de laboratoires ou d'équipes en Intelligence Ambiante répartis sur le territoire national (RIA) : le noyau dur de la recherche française en intelligence ambiante.** Ces équipes ou laboratoires s'organisent en consortiums et travaillent de manière coopérative et sur la durée sur des chantiers d'expérimentation (4 à 8 ans). Ces consortiums constituent des projets façon ANR, pôles de compétitivité, DGA, IP ou STREP européens, mais sont davantage pérennes et communiquent nécessairement vers un objectif de fertilisation croisée et de généralité des solutions scientifiques et techniques.
- 3- **Une structure d'Animation de la recherche en Intelligence Ambiante (AIA): le lieu ouvert d'échanges du domaine.** Cette structure sera ouverte en permanence, à l'international comme au niveau national, à toute équipe et à tout chercheur intéressé par ce domaine et prêt à y contribuer. Elle se rapproche, par ses objectifs et par sa dynamique, à un NoE européen ou à un GdR, mais en beaucoup plus interdisciplinaire.
- 4- **Une Plate-forme d'expérimentation d'Intelligence Ambiante Nationale Ouverte (PIANO) : l'accélérateur de la recherche en intelligence ambiante.** Nous pensons que la voie expérimentale portée par une plate-forme d'ampleur nationale partagée par tous les acteurs de l'intelligence ambiante - chercheurs, praticiens et monde industriel, est en mesure de servir de creuset à la convergence de recherche, au rapprochement disciplinaire et de là, à l'innovation à grande échelle. La plate-forme nationale peut se voir comme un réseau de living labs.

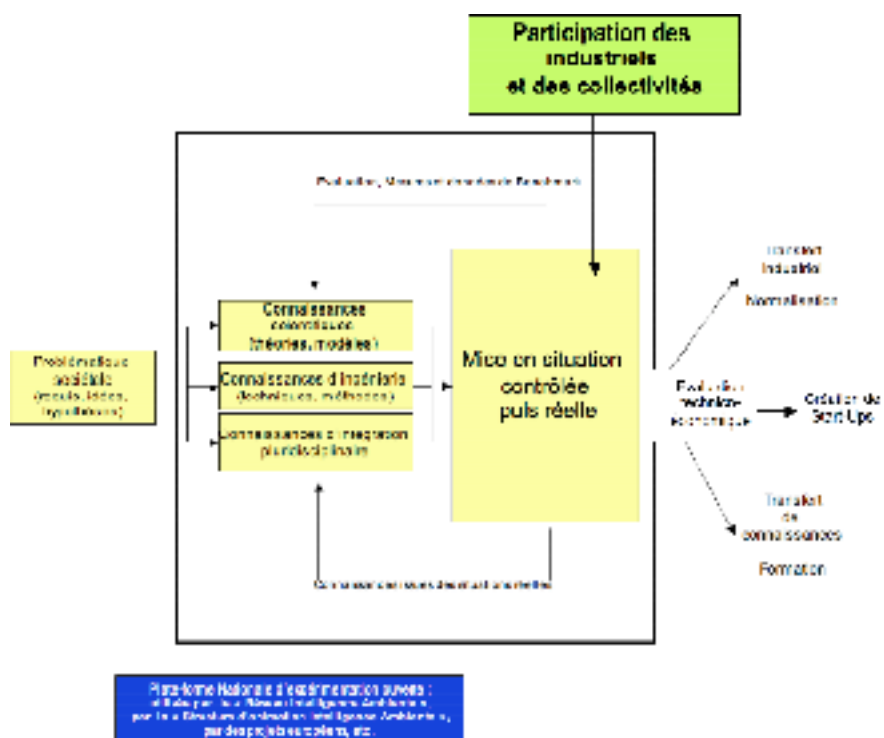


Figure 2. En réponse aux enjeux sociétaux, une production et une validation itératives de nouvelles connaissances par la mise en situation contrôlée puis en situation réelle des solutions grâce à la plate-forme nationale d'expérimentation ouverte à tous les acteurs de l'intelligence ambiante, œuvrant sur des chantiers qui garantissent à la fois un transfert industriel efficace, la création de Start-Ups et le transfert des connaissances vers la formation.

La figure 2 montre comment notre plan d’actions permet l’émergence de nouvelles connaissances selon une approche itérative centrée sur des problématiques sociétales et où la validation en situation réelle joue un rôle clef. Nous présentons maintenant chacun des quatre volets de l’instrument national (chantier, réseau Intelligence Ambiante, structure d’animation et plate-forme expérimentale) suivis par un échéancier préliminaire.

3.2 Les chantiers

De nombreuses initiatives en cours de développement pourraient constituer les premiers chantiers de manière concertée et cohérente. Par exemple, dans le domaine du bâtiment intelligent, la **rénovation des campus** pourrait être accompagnée des savoir-faire des équipes du réseau Intelligence Ambiante pour la définition du cahier des charges et l’accompagnement afin de dépasser le seul déploiement de réseaux wi-fi. Ces campus rénovés serviraient d’autant de living labs pour l’évaluation *in vivo* à grande échelle et sur la durée. On trouvera, en Annexe 4, d’autres exemples de chantiers, et notamment dans les transports, les nombreuses déclinaisons du bâtiment intelligent, les situations de crises et les systèmes ambiants en extérieur.

L’annexe 2 présente les forces nationales en recherche et dans l’industrie. Un travail de sélection des chantiers et des expérimentations aux niveaux national et régional reste à effectuer compte tenu de cet existant : ce sera l’une des premières missions des comités de gouvernance (section 3.6).

3.3 Le réseau de laboratoires ou d’équipes en intelligence ambiante (RIA)

Le Réseau de laboratoires ou d’équipes en Intelligence Ambiante (RIA) constituera le noyau dur de la recherche française en intelligence ambiante. Afin d’enclencher une dynamique rapidement, le RIA comprendra au départ les acteurs nationaux déjà actifs dans le domaine de l’intelligence ambiante, et résolument ouverts sur la pluridisciplinarité et le milieu industriel (voir liste initiale dans les sections A2.2 et A2.3 de l’Annexe 2). Ce réseau devra ensuite s’ouvrir à de nouveaux partenaires de façon à explorer de nouvelles idées et à éviter l’écueil de la « pensée unique ».

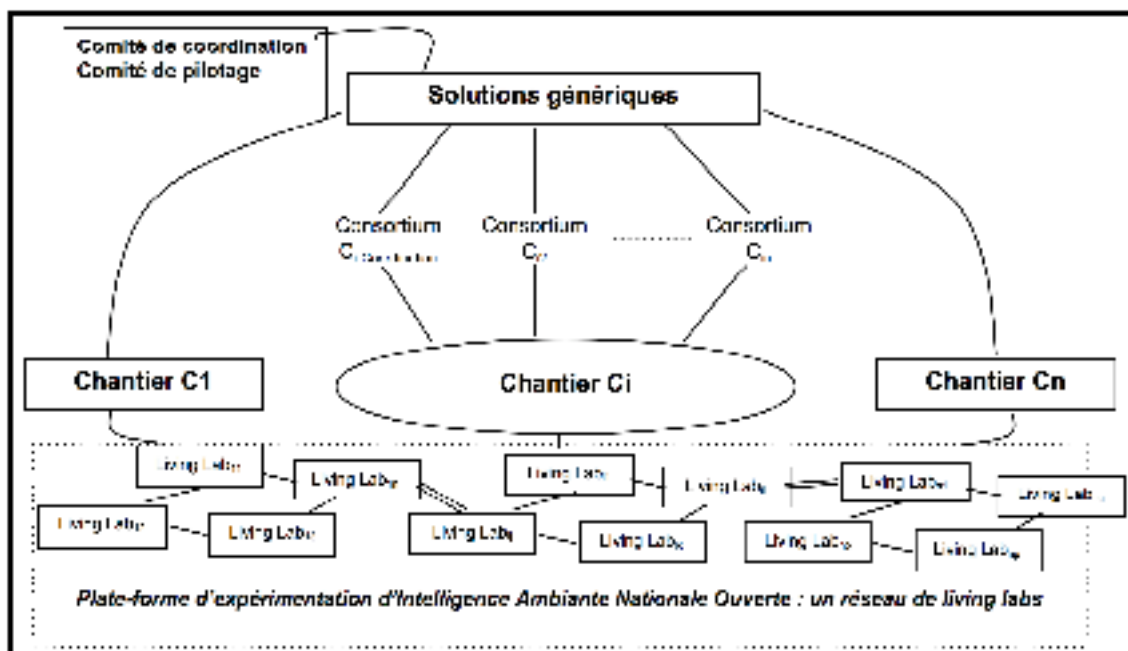


Figure 3. Organisation du Réseau Intelligence Ambiante (RIA) en consortiums C_{ij} développant des solutions génériques en travaillant sur les problèmes sociétaux concrets des chantiers C_i et utilisant, pour les évaluations, le réseau de living labs (LL) de la Plate-forme d’Intelligence Ambiante Nationale d’expérimentation Ouverte (PIANO). Certains LL seront des lieux de vie et d’activités du monde réel (hôpital, quartier d’une ville, maison habitée, etc.) : ils permettront des expérimentations *in vivo*. D’autres LL, installés dans les lieux de recherche, permettront des évaluations amont précédant le déploiement *in vivo*. Parmi, les C_{ij} , un consortium $C_{i-Coordination}$ assure leur coordination et mise en cohérence.

Comme le montre la figure 3, les membres du RIA seront organisés en consortiums qui coopéreront sur un chantier d'envergure. La production scientifique du RIA et ses retombées seront évaluées par les instances habituelles compétentes (CNRS, organismes, ANR, AERES, etc.).

Il est nécessaire que des chercheurs permanents et des ingénieurs supports soient recrutés pour accompagner le développement des équipes et de la thématique. Ce peut être sur des postes permanents ou sur des 'contrats' de longue durée (4 à 8 ans).

3.4 La structure d'animation de la recherche en intelligence ambiante (AIA)

La structure d'animation en intelligence ambiante doit servir de lieu d'échanges, de compréhension partagée et de construction du domaine. Sa dynamique s'apparentera à celle d'un GdR, ouverte en permanence à toute équipe et à tout chercheur intéressé par l'intelligence ambiante et prêt à y contribuer. L'originalité de cette structure sera marquée par l'étude aux frontières (aux interfaces) entre disciplines et domaines, avec une volonté affirmée d'impliquer les acteurs industriels de la R&D et ceux du développement territorial.

Il s'agira, dans un premier temps, de rapprocher les GdR actuels en vue d'établir un vocabulaire commun, d'identifier la complémentarité des modèles, leurs points d'ancrage, leurs divergences, bref, de procéder à une fertilisation croisée des connaissances et des pratiques. Seront organisés des ateliers (partant d'exemples applicatifs fondés sur les chantiers), des échanges de doctorants, de chercheurs et d'enseignants-chercheurs, des écoles d'été comme l'école « Intelligence Ambiante » co-organisée par les GdR I3 et ASR en juillet 2009. On trouvera en Annexe A2.3, la liste des GdR actuels pressentis comme cellules initiales. Mais cette communauté « très informatique » devra s'ouvrir aux autres disciplines.

3.5 La plate-forme d'intelligence ambiante nationale ouverte (PIANO)

La plate-forme d'intelligence nationale ouverte (PIANO) doit servir d'accélérateur de la recherche en intelligence ambiante. Elle doit permettre l'expérimentation *in vivo* pluridisciplinaire à grande échelle pour progresser dans la généricité des théories, des concepts, des techniques et des méthodes, pour favoriser la définition de normes lorsque cela est pertinent, mais aussi pour anticiper les problèmes juridiques et éthiques, pour étudier de nouveaux modèles économiques, et pour observer et analyser les usages en situation réelle et sur la durée. L'expérimentation à grande échelle, en situation réelle avec de vrais utilisateurs et sur la durée, suppose des outils finalisés. Le système de recherche actuel en STIC ne permet pas cela. En outre, des solutions éprouvées amélioreront *de facto* la crédibilité des chercheurs auprès des partenaires industriels et donc le transfert des connaissances. PIANO est le maillon indispensable entre recherche et applications, entre recherche et monde socio-économique, entre recherche à petite échelle et progrès significatifs.

PIANO doit inclure des équipements, des ingénieurs de très haute compétence (pas nécessairement sur poste, mais en contrat aligné au moins sur la durée de vie du RIA) et un soutien logistique en secrétariat.

En pratique, la plate-forme ne sera pas mono-site, mais répartie dans le RIA et ses chantiers. Elle se présentera comme un réseau de living labs. Pour commencer, les living labs d'un chantier pourront inclure : (a) des installations que certaines équipes de R&D ont déjà mises en place pour l'évaluation expérimentale en laboratoire ainsi que (b) des installations-témoins à construire permettant de tester des solutions en amont. Ensuite, les LL devront aussi inclure (c) des déploiements pilotes véritablement *in vivo* (voir échancier indicatif, section 3.7).

Parce qu'il s'agira d'un dispositif coûteux, l'exploitation des LL de PIANO sera partagée entre les membres du RIA, des projets ANR ou pôles de compétitivité, et tout partenaire intéressé par les

chantiers (collectivités locales notamment). Le modèle économique est à définir en interaction avec les utilisateurs et acteurs socio-économiques, demandeurs d'expérimentations de nouvelles technologies. On pourrait également suggérer un modèle semblable à celui pratiqué pour l'exploitation des grands instruments en physique (qui a aussi pour effet vertueux d'attirer des chercheurs étrangers de haut rang et de renforcer les efforts de collaboration).

La figure 3 illustre les relations entre le RIA, la plate-forme et les chantiers :

- À chaque chantier C_i , est associé un ensemble de consortiums C_{ij} qui partagent un ensemble de living labs de la plate-forme nationale d'expérimentation.
- Un consortium C_{ij} affiche des objectifs précis pour traiter un (ou plusieurs) enjeu(x) posé(s) par le chantier C_i auquel il est rattaché. Il est constitué d'équipes (académiques ou non) appartenant à un ou plusieurs laboratoires, centres de recherches ou entreprises, que ces lieux de recherche soient colocalisés ou non. La seule contrainte est une alliance fortement pluridisciplinaire d'équipes capables d'atteindre les objectifs annoncés. La durée de vie d'un consortium est de 8 ans. Toutefois, un consortium peut disparaître au bout d'un an si le comité scientifique juge sa recherche mal engagée (évaluation de la viabilité des consortiums). Il peut aussi accueillir de nouveaux partenaires.
- Parmi les consortiums C_{ij} , un consortium $C_{i\text{-Coordination}}$ aura la responsabilité de rendre effectives la fertilisation croisée et la dissémination de nouvelles connaissances (à ce titre, se référer à l'action de coordination du projet PANORAMA au sein du programme PERADA – FET proactive 2 Pervasive Adaptation²² dont Télécom ParisTech est partenaire et dont on trouvera les principes d'organisation en Annexe 5).
- Plusieurs consortiums pourront avoir les mêmes objectifs (ou des objectifs proches). Dès lors, la recherche sera menée en parallèle, ce qui évitera l'écueil de la « pensée unique » et alimentera des évaluations comparatives sous la forme, par exemple, du « concours du meilleur consortium ».
- Le croisement d'expériences entre consortiums doit permettre d'alimenter un bassin de solutions génériques.

En résumé, nous reprenons à notre compte, les principes directeurs des instruments européens avec, pour chacun, un mode d'évaluation spécifique, mais nous nous en distinguons par le spectre des disciplines impliquées et par un réel souci de coordination et de partage sur la durée. La gouvernance en sera assurée comme suit.

3.6 La gouvernance

Une proposition concernant la gouvernance de ce programme est donnée à la fin de ce document.

3.7 Échéancier indicatif

À titre indicatif, nous proposons un échéancier organisé en deux quadriennaux :

- Le premier quadriennal (T0-T0+48) est une étape pilote ouverte aux ajustements (ajustement en termes de comités, de consortiums, de Living Labs).
- Le second quadriennal (T0+48-T0+96) est une étape de consolidation.

Les diagrammes de la figure 4 montrent les lignes de force de notre plan et les rendez-vous les plus marquants pour les quatre premières années.

Premier quadriennal

- T0 : Tous les moyens contractuels (par exemple, création d'un groupement disposant d'une certaine autonomie de décisions) et financiers sont disponibles. Les comités de coordination et de pilotage scientifique sont constitués. Le directeur du programme a été nommé. Peuvent

²² http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fet-proactive/perada_en.html

démarrer de concert le travail sur la constitution du Réseau Intelligence Ambiante (RIA), sur la nature des chantiers pilotes et sur la Plate-forme d'expérimentation d'Intelligence Ambiante Nationale (PIANO). Il en va de même pour la structure d'Animation de l'Intelligence Ambiante (AIA) pour favoriser les rencontres pluridisciplinaires aussi bien au niveau national (entre membres de GdR ou de projets ANR, notamment) qu'au niveau international. Le recrutement de personnels est lancé.

- T0+6 : Les chantiers pilotes sont définis (avec une vision à quatre et 8 ans) et le RIA est constitué : pour chaque chantier pilote retenu, les consortiums et leur organisation sont établis, et les contours des Living Labs (LL) qui lui sont associés, sont définis.
- T0+12 : Les LL des chantiers pilotes sont définis et opérationnels (équipement de base installé, ingénieurs recrutés). L'AIA organise ses premiers ateliers pluridisciplinaires. Au bout de la première année, les consortiums du RIA ont pu, si nécessaire, se réorganiser (arrivée ou départ d'équipes).
- T0+24 : Première évaluation complétée par l'organisation, en France, par le RIA et l'AIA, d'un *Jumboree* couplé à une manifestation internationale (par exemple, accueil de UbiComp ou de Pervasive). Le *Jumboree* réunira tous les consortiums pilotes qui démontreront les premiers développements réalisés dans les LL pilotes de PIANO (c'est la plate-forme d'expérimentation pilote V0). À la lumière de ces deux années d'expérience, il conviendra d'ouvrir le RIA à de nouvelles équipes (à prévoir dans les financements, dès le démarrage !).
- T0+36 : Première version expérimentale des chantiers avec PIANO-pilote V1 : des démonstrateurs significatifs sont disponibles dans les LL pilotes. Selon la nature des chantiers, certains seront susceptibles d'être déployés *in vivo*, mais probablement à petite échelle.
- T0+48 : Un jalon essentiel avec l'évaluation des résultats des RIA, AIA et de PIANO-pilote V2: production scientifique et dissémination, formation dans les cursus universitaires, participation aux projets européens, aux comités éditoriaux des journaux du domaine, déployabilité de certains LL de PIANO V2 *in vivo* et à moyenne échelle. Organisation du deuxième *Jumboree*. Les résultats de la deuxième évaluation serviront à apporter les ajustements nécessaires aux objectifs : mise à jour des chantiers, ouverture du RIA, AIA, et PIANO.

Deuxième quadriennal

Le deuxième quadriennal visera à consolider les résultats en passant à l'échelle avec des expérimentations *in vivo*.

- T0+54 : Les nouveaux contours sont définis (et notamment le facteur d'échelle); les ajustements de consortiums sont réalisés.
- T0+72 : Tous les LL sont prêts pour des expérimentations pilotes *in vivo* à l'échelle retenue. Projet d'intégration de plusieurs chantiers en un tout cohérent (par exemple, entre transports et bâtiment intelligent) : étude de faisabilité.
- T0+84 : Première version d'intégration de chantiers.
- T0+96 : Grande évaluation du plan « Intelligence Ambiante » et de ses retombées. Création de start-ups. La communauté intelligence ambiante existe.

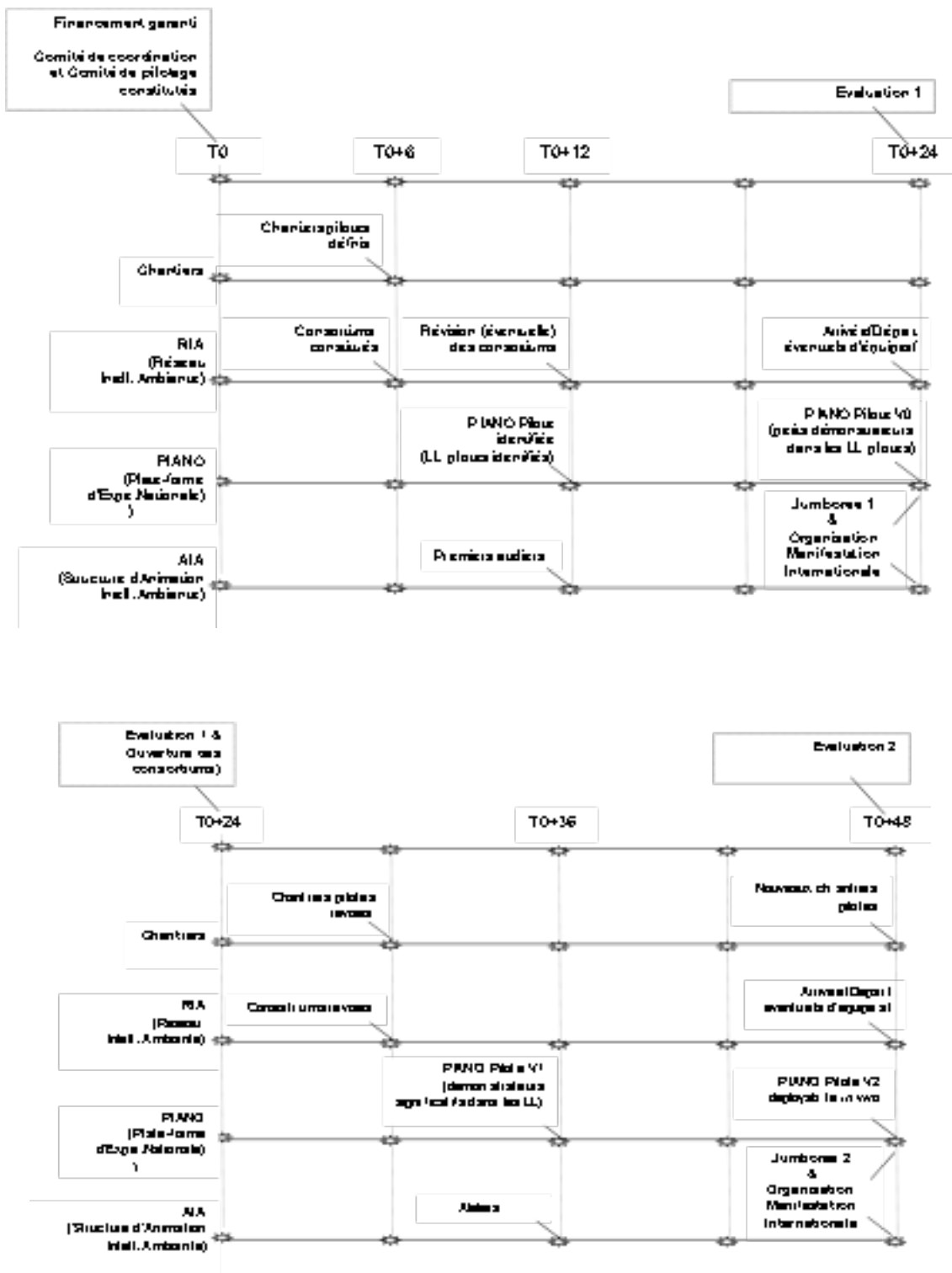


Figure 4. Feuille de route et les points de rendez-vous essentiels du plan « Intelligence Ambientale » pour les quatre premières années.

3.8 Les coûts

En première approximation, le financement, hors recrutement de personnels permanents (chercheurs, enseignants-chercheurs), hors construction d'infrastructures dédiées lourdes (par exemple, bâtiments intelligents) est de l'ordre de :

- 10 Millions d'euros par an.
- 80 Millions d'euros sur 8 ans.

Justifications :

- Le programme FET Disappearing Computer (FET DC) du 5^{ème} PCRD (2001-2003), à l'origine de Ubiquitous Computing en Europe, a alloué 19,1 Millions d'Euros sur 3 ans pour 16 projets (comptant un total de 60 partenaires essentiellement académiques), soit une moyenne de 106000 euros par équipe.
- Le projet EPSRC Equator (2001-2007), exemplaire en termes de pluridisciplinarité et de visibilité en Ubiquitous Computing, comprenant 8 institutions (ou sites) académiques, a été financé à raison de 14 Millions d'Euros sur 6 ans, c'est-à-dire près de 300 000 euros annuels par site (comptant en moyenne 3 équipes).
- Dans les deux cas, ces moyens ont permis d'embaucher du personnel (ingénieurs, doctorants, et post-docs), l'acquisition de petit matériel, missions, et, dans le cas du FET DC l'organisation de 3 jumborees (grandes manifestations avec stands de tous les projets sur 3 jours – extrêmement profitables pour la fertilisation croisée pour une nouvelle communauté).

Les tableaux de la figure 5 présentent en détail notre demande de financement pour les quatre premières années, avec une **hypothèse haute** et une *hypothèse basse*, **50** ou *20* équipes de recherche et de R&D dans le RIA et 1 ou 2 chantiers pilotes incarnés par un total de **8** ou *4* living labs répartis sur le territoire national (par exemple, Grenoble-Nice, Île de France, Lille, Rennes, Toulouse-Bordeaux, Est de la France sur les transports).

Scénario A – hypothèse haute (50 équipes/8 LL) :

Répartition des coûts pour les 4 premières années (K euros)	Comités de coordination et de pilotage scientifique	RIA (Réseau en Intelligence Ambiante), 50 équipes environ	AIA (Structure d'animation de l'Intell. Ambiante)	PIANO hors équipement lourd, 8 living labs répartis sur le territoire national	Total
Financeurs	Organismes membres du plan	Organismes et/ou établissements membres du plan	Organismes et/ou établissements membres du plan	Collectivités locales, partenaires industriels, PRES, Organismes et/ou établissements membres du plan	
#Équipes, #LL		50		8	
Personnel <i>* éventuellement en délégation</i>	directeur à temps complet * (8200€) et secrétariat (3700€) 570	Par équipe : 1 post-doc (3900€ mensuel), 1 doct. (2700€), 1CR/EC ou équivalent sur CDD (4000€) 25 440	1 secrétariat (3700€) 178	Par LL : 2 ingénieurs (4500€) 3 456	29 644
Équipement		Équipement spécifique migrable entre les équipes du RIA et les Living Labs pour expérimentation <i>in vivo</i> (15 000€ par équipe) 750		Équipement partagé installé à demeure dans les living labs, (100 000€ par LL) 800	1 550
Fonctionnement	5000€ par an 20	30 000€ par équipe 1 500	80	50 000€ par LL 400	2 000
Total	590	27 690	258	4 656	33 194

Figure 5. Financement additionnel (c.-à-d. en plus de l'existant) pour les 4 premières années, hypothèse haute.

Scénario B – hypothèse basse (20 équipes/4 LL) :

Répartition des coûts pour les 4 premières années (K euros)	Comités de coordination et de pilotage scientifique	RIA (Réseau en Intelligence Ambiante), 20 équipes environ	AIA (Structure d'animation de l'Intell. Ambiante)	PIANO hors équipement lourd, 4 living labs répartis sur le territoire national	Total
Financeurs	Organismes et/ou établissements membres du plan	Organismes et/ou établissements membres du plan	Organismes et/ou établissements membres du plan?	Collectivités locales, PRES, partenaires industriels, Organismes et/ou établissements membres du plan	
#Équipes, #LL		20		4	
Personnel <i>* éventuellement en délégation</i>	directeur à temps complet * (8200€) et secrétariat (3700€) 570	Par équipe : 1 post-doc (3900€ mensuel), 1 doct. (2700€), 1CR/EC ou équivalent sur CDD (4000€) 10 176	1 secrétariat (3700€) 178	Par LL : 2 ingénieurs (4500€) 1 728	12 652
Équipement		Équipement spécifique migrable entre les équipes du RIA et les Living Labs pour expérimentation <i>in vivo</i> (15 000€ par équipe) 300		Équipement partagé installé à demeure dans les living labs, (100 000€ par LL) 400	700
Fonctionnement	5000€ par an 20	30 000€ par équipe 600	80	50 000€ par LL 200	900
Total	590	11 076	258	2 328	14 252

Figure 5. Financement additionnel (c.-à-d. en plus de l'existant) pour les 4 premières années, hypothèse basse.

Annexe 1 : Positionnement de l'instrument national en Intelligence Ambiante

A1.1 En synthèse

Le plan « Intelligence ambiante » que nous proposons intègre les forces et l'esprit des trois types d'instruments européens de la recherche (NoE, projets IP ou STREP, Living Labs). Mais, à la différence de la pratique actuelle au niveau européen, ces trois formes de conduite de la recherche seront fortement couplées sur la durée (8 ans).

- La structure d'animation en Intelligence Ambiante se rapproche, par ses objectifs, d'un NoE (lieu d'échanges ouverts, construction d'une communauté).
- Les consortiums du Réseau Intelligence Ambiante (RIA) constituent des projets façon IP ou STREP, mais sont plus pérennes et communiquent nécessairement vers un objectif de fertilisation croisée et de généralité.
- La plate-forme nationale d'expérimentation (PIANO) est un réseau de living labs complémentaires. En résumé, nous reprenons à notre compte, les principes directeurs des instruments européens, mais, comme le montre les exemples qui suivent, nous nous en distinguons par le spectre des disciplines impliquées et par un réel souci de coordination et de partage sur la durée.

Nous détaillons ci-dessous notre positionnement vis-à-vis des instruments de la recherche européenne, suivi d'exemples représentatifs en Europe (living labs et plates-formes), aux Etats-Unis et en France.

A1.2 Living Labs et ENoLL (European Network of Living Labs)

Un Living Labs (LL) est un système pour construire la future économie où l'innovation et la recherche orientées sur l'usage de l'utilisateur dans des conditions réelles sont la technique normale de co-création pour les nouveaux produits, services et structures sociales. Un LL instrumentalise alors, mais stimule aussi, les utilisateurs de pilotes pour qu'ils prennent une part active à la recherche et à l'innovation tout au long de leur vie quotidienne. Le mot important est donc «living» : en effet, depuis longtemps les industriels font des tests de leurs nouveaux produits, mais chez eux, au sein de sites dédiés. Là, le mot living est à prendre au sens « place de vie » : de vrais gens testent dans la vraie vie (chez eux, au travail, dans leurs déplacements) de futures idées et maquettes de produits et coopèrent à la conception (co-création).

Les LL sont nés aux USA, au MIT dans la foulée du Medialab. Puis, ils ont migré vers l'Europe. Ils ont été repris dans les projets du 6^{ème} PCRDT dans le cadre de groupes de travail spécifiques de certains projets qui répondaient à la thématique 2.5.9 Collaborative Working Environments. Six projets ont alors été financés. L'idée a sans doute été jugée bonne puisqu'elle a été reprise dans les déclarations des initiatives i2010 : « Le Living Labs, tel que lancé par la Commission lors de la conférence TIC d'Helsinki en 2006, agit comme un véritable laboratoire en offrant les bases pour concevoir, prototyper, tester et « marketer » de nouvelles applications des technologies. Il comprend donc des moyens de test interactif, mais se veut géré comme un environnement innovant qui va bien au-delà des simples tests fonctionnels des applications visées. Le Living Labs s'adjoint un grand nombre d'utilisateurs dès la phase de conception des produits et services et non pas seulement au niveau de leur validation. Comme il s'appuie sur toute la richesse d'une région fonctionnelle, il doit tirer avantage des réservoirs de talents, de créativité, de diversité culturelle qu'apporte cette région, mais surtout il devrait pouvoir mieux exploiter les utilisations imprévisibles au départ liées à l'inventivité et à l'imagination. En allant au-delà de la traditionnelle plate-forme des usages, il doit permettre d'adapter en temps réel la conception des nouvelles applications et des nouveaux produits ».

La chaîne de valeur du Living Labs comprend donc les industriels, les laboratoires, les entrepreneurs, les populations, les collectivités, les ventures capitalists, etc. Les villes et régions sont en compétition pour attirer les investisseurs. Devenir un living labs permet de construire une telle attractivité : être pionnier sur de nouveaux services génère des opportunités entrepreneuriales et ouvre des inventions locales sur le marché mondial.

On compte 51 LL labélisés aujourd'hui par le projet ENoLL (European Network of Living Labs) dont 4 français : ICT Usage Lab²³ (Sophia-Antipolis), Quartier Numérique²⁴ (centre de Paris), LEVIER²⁵ (Laboratoire d'Expérimentation et Valorisation Images et Réseaux, Lannion), Normandy LL²⁶ (Caen).

Notre Plate-forme Nationale d'Expérimentation (PIANO) est en complète harmonie avec l'approche expérimentale centrée-utilisateur des LL. Toutefois, même si les Living Labs touchent de nombreux secteurs comme la santé, les médias, l'inclusion sociale (dans la ligne du traité de Lisbonne), ils se focalisent en général sur les technologies et les applications mobiles sur un territoire local (une ville, par exemple, avec des partenaires régionaux). Notre plan ne se limite pas au seul problème de la mobilité. De plus, au-delà des innovations de terrain, nous visons des solutions théoriques génériques et nous avons l'ambition d'une pluridisciplinarité véritablement large (incluant notamment les nanotechnologies et les SHS). Mais, il va de soi que notre plan et notamment tout ou partie des consortiums de notre plan d'actions, devront s'inscrire dans ENoLL.

A1.3 Plates-formes européennes

En Europe, l'intelligence ambiante est considérée aujourd'hui comme stratégique par les grands groupes industriels, les PME et les centres de recherche dont le Fraunhofer qui se sont regroupés au sein de plusieurs grandes plates-formes technologiques telles ARTEMIS et EPoSS.

Fraunhofer

Le Fraunhofer, autour de ses 56 instituts, cherche à répondre aux besoins du marché, présents et futurs. Parmi les thèmes prioritaires affichés en juin 2008²⁷, on relève un engagement marqué pour l'assistance aux personnes (« the electronic guardian angel »), la traçabilité de la chaîne des produits frais, la gestion de l'eau et de l'énergie, la visualisation interactive de grands espaces d'information, autant de sujets qui s'inscrivent dans l'intelligence ambiante. Cette stratégie s'incarne bien dans la plate-forme mise en place à Duisburg, inHAus, visant à servir les industriels du bâtiment : l'alliance de 9 instituts Fraunhofer permet d'offrir une plate-forme de test et de développement technologique pour l'industrie allemande, avec toutefois peu d'impact en termes de recherche fondamentale et de formation.

En Allemagne, on peut également citer la stratégie « ICT 2020 » du Ministère de la Recherche, qui identifie l'intelligence ambiante (au sens réseau interconnecté d'objets) comme une initiative technologique importante, construite à partir des compétences clés d'autres programmes (microsystèmes, réseaux, logiciels, communication et réseaux, robotique).

ARTEMIS

ARTEMIS (Advanced Research and Technology for EMbedded Intelligence and Systems²⁸) est un programme ICT de la communauté européenne en R&D sur les systèmes embarqués : conception de système, réseaux de capteurs sans fil, intergiciels, systèmes de contrôle, avec une attention

²³ <http://www.openlivinglabs.eu/ict-usage-lab.html>

²⁴ <http://www.openlivinglabs.eu/quartier-numerique.html>

²⁵ <http://www.openlivinglabs.eu/levier.html>

²⁶ <http://www.openlivinglabs.eu/normandy.html>

²⁷ http://www.fraunhofer.de/EN/research/frontline_themes/index.jsp

²⁸ <https://www.artemis-ju.eu/>

particulière portée sur la fiabilité. Ces travaux s’inscrivent clairement dans notre sujet, mais n’en sont qu’un aspect. La plate-forme ARTEMIS, créée en 2004, a publié son agenda de recherche stratégique (SRA) en juin 2006. Pour faire face à une forte concurrence, à la globalisation et aux risques de fragmentation, ARTEMIS Joint Undertaking a été créée en février 2008. ARTEMIS JU est un PPP (partenariat public-privé) entre la Commission Européenne, certains états membres et Artemisia, une association industrielle à but non lucratif (comprenant Philips, ST Microelectronics, Thales, Nokia, et Daimler Chrysler). ARTEMIS JU est opérationnelle. Il s’agit, pour notre réseau « intelligence ambiante » de réutiliser, lorsque cela est possible, les résultats d’ARTEMIS et de les expérimenter en vraie grandeur, ce qu’ARTEMIS organisé, à notre connaissance, en projets européens classiques, ne permet pas.

EPOSS

EPoSS (European Technology Platform on Smart Systems Integration) est une initiative de R&D pilotée par l’industrie (une vingtaine de membres fondateurs dont EADS, Sagem, Schneider, EADS, Thales, mais aussi le CEA-Leti comme institution publique). Cette plate-forme porte sur l’intégration de systèmes et notamment des micro et des nanosystèmes pour l’aéronautique, l’automobile, les technologies médicales, la sécurité, la logistique (RFID). Notre proposition se distingue d’EPoSS par une orientation très nette sur les activités de recherche, activités qui se veulent pluridisciplinaires.

A1.4 Aux USA

GENI (Global Environment for Networks Innovations)²⁹ est un instrument expérimental proposé auprès de la NSF. GENI doit permettre aux chercheurs de tester de nouveaux concepts pour une révision profonde de l’Internet de façon à intégrer toutes formes de communication (réseaux filaires et Wi-fi) et ceci à grande échelle tout en répondant à des contraintes fortes de temps réel, de fiabilité et de sécurité. Le premier appel à projets, fortement orienté ingénierie, s’est clos en février 2008. De GENI, il convient de retenir le processus de déploiement devant aboutir à un instrument d’expérimentations à grande échelle.

A1.5 Les projets financés par l’ANR en 2007 et 2008

Voici des éléments sur les projets à cible principale intelligence ambiante acceptés dans les programmes du département STIC de l’ANR en 2007 et 2008 et classés en quatre thèmes : réseaux de capteurs et d’actionneurs, accès ubiquitaire à l’information, interaction homme/objet, objets mobiles.

Année 2007

	Nombre de Projets 2007
Réseaux capteurs actionneurs	8
Accès ubiquitaire à l'information	Non chiffré
Interaction homme/objet	5
Objets mobiles	2
Total	15

Notons à propos du thème “Accès ubiquitaire à l’information” que la thématique “Intelligence ambiante” était clairement présente dans les appels à projets de l’ANR. De très nombreux projets portent évidemment sur l’accès rapide etc. à l’information, sans mettre particulièrement l’accent sur

²⁹ <http://geni.net/index.html>

les questions d'intelligence ambiante. D'une certaine manière, la majeure partie du programme Télécom et une bonne partie des autres programmes traitent de ce thème. La moitié des projets (8) du tableau sont dans le programme Télécom, le reste se répartissant entre les autres programmes.

Le taux de succès des projets « intelligence ambiante » est le même que pour l'ensemble du programme STIC : ni bonus ni malus sur ces thématiques. Les aides demandées sur l'ensemble de ces projets totalisent environ 11M€ dont plus de la moitié dans le programme Télécom.

Nous n'avons pas inclus dans cette analyse : le programme blanc, les programmes à thématique STIC présente mais non dominante (transports terrestres, énergie, bâtiment, santé). Il y a évidemment des projets intelligence ambiante dans ces programmes.

Un bon exemple est la plate-forme **SENSLAB** (Very Large Scale Open Wireless Sensor Network Testbed, <http://www.senslab.info>) qui vise l'expérimentation grandeur réelle pour réseau de capteurs sans fils (1024 capteurs) sur quatre sites (Lille, Lyon, Rennes, Strasbourg). Elle donnera la possibilité de télécharger à distance le code de l'expérimentation et de configurer cette dernière avec différents paramètres (comme le nombre de nœuds, la durée de l'expérimentation) et de récupérer les données sur le déroulement de l'expérience (consommation énergétique, interférences, etc.).

Année 2008

Pour 2008, les données ne sont pas définitives. Nous listons 17 projets relevant du domaine de l'intelligence ambiante sur les listes principales et complémentaires des AAP STIC 2008. La lettre indique le programme : V= Verso, A=Arpege, D=Defis, C=Contint. Pas de projets intelligence ambiante dans Cosinus.

* réseaux capteurs actionneurs

- **(V) DIAFORUS** : Applications et Fonctions Distribuées sur des Réseaux de Capteurs Abandonnés à Redondance
- **(V) RéCAP** : Réseaux de Capteurs sans fil pour la radio cognitive
- **(V) CMON** : Métrologie Collaborative
- **SESAM** : Récupération adaptative des énergies ambiantes pour l'alimentation de microsystemes autonomes

* accès ubiquitaire à l'information

- **(V) UBIS** : 'User centric' : uBiquité et Intégration de Services
- **(V) CONTINUUM** : CONTinuité de service en INformatique UbiqUitaire et Mobile
- **(V) ELAN** : Réseaux locaux étendus et Intranets d'entreprises
- **(V) ORION** : Interface radio optique pour réseaux domestiques
- **(V) MARAM** : Réseau mobile multi accès et radio agnostique
- **(V) SAMOS** : Système de communication de service à service auto-adaptatif inter-couches pour les réseaux ad-hoc
- **A3C** : Contrôle d'Accès et Autorisations pour l'intelligence Ambiante
- **(D) PWD** : Programmation du web diffus
- **AMICITE** : Augmentation du Milieu Informationnel dans la CITE

* interaction homme/objet

- **(V) CROWD** : Nouveau media participatif pour les utilisateurs mobiles

* objets mobiles

- **(V) CONIFERE** : RFID en champs proche & lointain en environnements hostiles

- **MeCCaNo** : Méthodologie de Conception de Convertisseurs d'énergie pour les applications Nomades
- **SAIPON** : Système Audio In Package Pour Objets Nomades

En conclusion, les questions d'intelligence ambiante sont largement abordées dans les programmes STIC de l'ANR. Ceci signifie qu'une dynamique de recherche et d'innovations technologiques s'est créée en France autour de ce thème. Il s'agit, avec notre plan d'actions, de passer à l'échelle par un effort soutenu sur la durée, par l'élargissement des disciplines recrutées dans les projets, par la confrontation des inventions par des expérimentations *in vivo* dans le tissu sociétal.

Annexe 2 : Les compétences en France

A2.1 Projets européens du 6^{ème} PCRD

Une rapide analyse portant sur les 29 projets (IP et STREP du FP6) contenant l'expression "Intelligence ambiante" dans leur résumé donne la statistique suivante³⁰ :

13 n'ont pas de partenaires français (ce qui est une proportion habituelle, la France étant globalement présente dans un peu plus d'un projet sur deux en moyenne dans IST). Dans les 15 projets restants, le détail des acteurs français est le suivant :

- AMIGO : FT + INRIA
- ASK-IT : Sigma Consultants + Institut Telecom (GET)
- BIOSEC : ATMEL mais pas d'académiques FR
- eSENSE : CEA-Leti + Alma + Mitsubishi France + EADS + UPMF (U2, Grenoble). Un bon exemple.
- GOODFOOD : APIBIO + CEA (tient lieu de labo amont)
- HEALTHY AIMS : SAFT, Nexus Association, mais pas d'académiques FR
- HIJA : uniquement des industriels (THALES, AONIX, TRIALOG). Beaucoup de laboratoires européens non FR (EPFL + Univ. variées)
- HUMABIO : 2 industriels (dont Siemens Automotive), absence des académiques
- INOS: une PME NewLogic
- INSPIRED : FT, ATMEL, AVERBEE, ACTIVCARD, OBERTHUR, AXALTO, ATMEL, ST associés à INRIA (LIFL) et Institut Telecom (GET). Un bon exemple
- MIAUCE : une PME SYLIS mais pas de laboratoire FR
- MIMOSA : ST, Legrand associés à CEA et CNRS. Un bon exemple
- MINAmI : ST (coordinateur), Alma, CEA-Leti, Hager Security SAS
- POLYAPPLY : CYBERNETIX + CEA où l'on revoit le CEA dans un rôle amont de l'industriel.
- SHIFT : THALES tout seul. On remarque TU Berlin et Fraunhofer dans le consortium, absence de laboratoires FR
- WASP : INRIA (LIFL-CNRS).
- WINNER : gros IP telecom avec MOTOROLA France et FT. Pas d'académiques FR sur les 11 labos européens recensés dans ce très gros consortium.

Au bilan, sur 16 projets :

- 7 sont conformes à ce que nous sommes en droit d'attendre
- 2 sont à peu près satisfaisants
- 7 ne sont pas satisfaisants

Des projets dont 2 à très fort budget (plus de 10 M€ de subventions) se déroulent en l'absence des acteurs de notre tutelle compétents dans le domaine et ce dans un secteur du programme hautement prioritaire.

En conclusion l'appréciation sur la participation française dans le domaine de l'intelligence ambiante au PCRD-6 est assez mitigée. Certes, des équipes françaises émergent à un certain nombre de projets retenus mais pas toujours là où on les attendrait ni avec la masse critique qui

³⁰ NOTA : Cette méthode de recensement a pu laisser échapper un petit nombre de projets touchant au concept de l'intelligence ambiante mais une prise en compte plus exhaustive des projets concernés ne devrait pas modifier fondamentalement les conclusions qui suivent.

serait souhaitable. Par ailleurs, certains acteurs nationaux qui font autorité dans le domaine sont souvent absents de la scène.

A2.2 Laboratoires pressentis (par ordre alphabétique)

CEA / Direction de la Recherche Technologique

Le CEA/LETI-Minatec (<http://www-leti.cea.fr>), institut Carnot basé à Grenoble, est l'un des principaux centres européens de recherche appliquée en électronique. Son activité est consacrée à plus de 85 % à des recherches finalisées avec des partenaires extérieurs. Il emploie 1491 personnes pour un budget de 210 M€. En 2007 il a déposé 205 brevets (portefeuille de 1214 brevets) et 750 publications. Le concept et les applications d'intelligence ambiante constituent un domaine d'intervention majeur du Légi. La quasi-totalité de ses domaines d'activité fournit ou pourra fournir des briques technologiques pour l'intelligence ambiante :

- La nanoélectronique : lithographie 32 et 22 nm, substrats innovants, CMOS avancé. L'évolution de la microélectronique (miniaturisation, baisse du coût des fonctions élémentaires) permet une diffusion à très grande échelle des circuits intégrés.
- L'intégration hétérogène et les nouvelles fonctions : intégration des nanocomposants en 200 et 300 mm, NEMS - NanoElectroMechanical Systems, intégration 3D et packaging. Ces composants apportent une capacité d'interaction des circuits avec le monde extérieur (mesure, actuation, communication)
- La conception : développement d'architectures pour les circuits numériques complexes, conception de circuits d'interface dans les domaines des imageurs, de la mesure et des interfaces avec le vivant, outils de conception et co-design matériel-logiciel
- Les capteurs physiques (pression, accélération...) et chimiques
- L'optronique : infrarouge, imageurs visibles, imagerie X pour le secteur médical, LEDs, OLEDs
- les technologies biomédicales : composants miniaturisés pour le diagnostic, les implants communicants, la délivrance de médicaments, et technologies pour les vêtements instrumentés
- Les transmissions et communications : développement de composants, algorithmes, nouvelles architectures de communication radio (cellulaire, WiMax, liens radio très basse consommation, liens sans contacts). Le Légi développe une approche globale, des antennes au traitement du signal, en exploitant les composants MEMS RF (filtres, résonateurs...) et la puissance numérique des technologies CMOS les plus récentes.

Par ailleurs, le Légi coordonne depuis 5 ans des projets structurants tels que les projets eSENSE du 6ème programme cadre et SENSEI, projet du 7^{ème} programme cadre sur les réseaux du futur, destinés à développer les briques technologiques pour l'interfaçage des réseaux de capteurs avec l'Internet du futur, en collaboration avec des industriels européens leaders du domaine. Il joue aussi un rôle majeur dans les projets MIMOSA et MINAMI visant à développer de nouvelles plates-formes technologiques pour le téléphone mobile vu comme moyen principal d'interaction entre l'utilisateur et un environnement pro actif.

Enfin, le Légi expérimente depuis 2003 l'apport des Sciences Humaines et Sociales au processus d'innovation (Minatec Ideas Laboratory®) démarche renforcée récemment par la création d'un laboratoire LID travaillant sur l'intelligence ambiante, d'une équipe de recherche technologique Uman Lab avec des sociologues et industriels, et de l'Atelier Arts-Sciences (avec Hexagone Scène Nationale).

Le CEA/LIST (Laboratoire d'Intégration des Systèmes et des Technologies <http://www-list.cea.fr>), institut Carnot basé en Ile de France Sud (Saclay et Fontenay aux Roses), focalise ses programmes de R&D sur les systèmes à dominante logicielle. Il emploie 470 personnes pour un budget de 43

M€. Avec 80 partenaires industriels, un portefeuille de 138 brevets, le LIST constitue un puissant moteur d'innovation sur les systèmes interactifs, les systèmes embarqués, les capteurs et le traitement du signal. Intégré dans l'écosystème Digitéo Labs et System@tic Paris Région, le LIST joue un rôle majeur dans le développement scientifique, technologique et économique de l'Ile de France Sud. Le LIST participe activement à l'initiative technologique européenne Artemis (présence au governing board), et à de nombreux projets européens Eureka et Medea+ basés sur le concept d'intelligence ambiante, par exemple Marius, renseignement en situation d'urgence, IHM intelligence ambiante, Boon Companion (interface homme-machine naturelle et émotionnelle), Carvision (vision embarquée temps réel en automobile).

Plusieurs domaines d'intervention du LIST sont concernés par l'intelligence ambiante avec des compétences mêlant matériel et logiciel :

- La réalité virtuelle et les interfaces sensorielles : interfaces haptiques (effort, tactile, matériaux adaptatifs), environnements immersifs, modèles numériques et humain virtuel (simulation de l'interaction humain/environnement)
- L'ingénierie de la connaissance : ingénierie linguistique, recherche d'informations multimédia
- La robotique : technologies d'actionnement faible coût, algorithmes et architectures de commande (contrôle retour d'effort, traitement de données et fusion multicapteurs, localisation-navigation-perception)
- Les logiciels de base, middleware, méthodes et outils pour la sûreté des logiciels et des systèmes embarqués
- Les architectures hautes performances de calcul dédiées à des traitements spécifiques aux systèmes embarqués (traitements multimédias, capteurs, cryptologie, télécoms. Les circuits de plus en plus miniaturisés et moins consommateurs d'énergie demandent de nouvelles architectures
- Les systèmes de vision intelligents (détection de piétons, vidéosurveillance, modélisation de scènes complexes) : algorithmes, traitement d'images
- Les capteurs physiques, biologiques
- L'intelligence multicapteurs (en particulier pour la gestion d'énergie dans le bâtiment)

CERAPS (Centre d'Études et de Recherches Administratives, Politiques et Sociales)

Le CERAPS (<http://ceraps.univ-lille2.fr>) est une Unité Mixte de Recherche de l'Université de Lille 2 et du CNRS (umr-cnrs 8026) et un laboratoire constitutif de la MESHE. Il regroupe des chercheurs relevant de trois disciplines principales : la science politique, le droit public et la sociologie. Il compte 6 ITA (dont 3 CNRS), 28 enseignants-chercheurs principalement en poste à la Faculté des sciences juridiques, politiques et sociales, à l'Institut d'études politiques de Lille et à l'UFR STAPS, 7 chercheurs CNRS, 3 post-doctorants et une soixantaine de doctorants, aux deux tiers financés. Il constitue le plus important laboratoire CNRS de science politique et de droit public au nord de Paris. Le Professeur Frédéric Sawicki en assure la direction depuis 1999.

Dans le cadre de ce laboratoire SHS, le groupe du Pr. Jean-Jacques Lavenue, composé de juristes, politologues, informaticiens et mathématiciens, travaille sur les liens entre sécurité juridique et sécurité informatique dans une perspective d'ordre public et de protection des libertés.

- Etudes de faisabilité juridique de projets de surveillance vidéo, détection des comportements anormaux (ANR CANADA), partenariats publics-privés, nature juridique des référentiels et rôle de l'expertise ;
- Protection de libertés et traitements informatiques des données (approches CNIL) ;
- Intelligence ambiante et droit : problématiques de l'interconnexion des fichiers (habitats intelligents et sécurité, lutte contre le terrorisme) ;
- Société sécuritaire et droit : mutations de l'Etat, redistribution de l'espace public et de l'espace

- privé ;
- Mécanismes de redéfinitions du périmètre de l'Etat à travers les jeux des partenariats publics-privés (PPP), de l'expertise et de leur influence sur l'élaboration de la norme.

ICD (Institut Charles Delaunay)

L'Institut Charles Delaunay (CNRS FRE 2848, Université de Technologie de Troyes (UTT), <http://icd.utt.fr/fr/index.html>) regroupe des chercheurs dans 7 équipes représentant les disciplines majeures des domaines de l'ingénierie et des sciences et technologies de l'information et de la communication. Assistés de personnels techniques impliqués à tous niveaux dans les activités de recherche, et s'adossant à des équipements de haute technologie, ils apportent à l'ICD et à ses partenaires institutionnels et industriels leur expertise scientifique dans leur spécialité, et la possibilité de développer des programmes pluridisciplinaires de grande envergure. L'UTT est par ailleurs Institut Carnot en association avec l'Université de technologie de Compiègne. Ce label reconnaît la capacité de l'UTT à développer des actions importantes en matière de transfert de technologie et de partenariat industriel.

Les travaux de plusieurs équipes de l'ICD sont liés à la problématique de l'intelligence ambiante :

- LM2S : Surveillance des systèmes à risque, capteurs, actimétrie
- ERA : Développement d'environnements de réseaux autonomes
- Tech:CICO : Systèmes coopératifs et intelligence contextuelle

Ces travaux sont menés en collaboration avec plusieurs partenaires industriels (EDF, Orange,...). L'objectif est de développer des services d'assistance à la personne reposant sur l'enrichissement technologique des environnements. L'ICD est en outre engagé dans un projet de création d'un centre expert en technologies et services pour le maintien à domicile des personnes âgées.

IEMN, Institut d'Electronique, de Microélectronique et de Nanotechnologie

L'IEMN (<http://www.iemn.univ-lille1.fr>) (UMR CNRS 8520) est une Unité Mixte de Recherche créée le 1er janvier 1992 par le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), l'Université des Sciences et Technologies de Lille (USTL), l'Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis (UVHC) et l'Institut Supérieur d'Electronique et du Numérique (ISEN). La politique scientifique de l'institut repose sur un équilibre entre acquisition de connaissances et applications : les effectifs de l'IEMN sont d'environ 480 personnes (110 enseignants-chercheurs actifs, 45 chercheurs CNRS, et 100 ingénieurs et techniciens).

L'activité scientifique de l'institut est structurée en cinq thèmes : (i) Physique des nanostructures, (ii) Micro et nanosystèmes, (iii) Micro- nano- et optoélectronique, (iv) Circuits et systèmes de communications et (v) Acoustique. Au sein de chacun des thèmes, un équilibre est maintenu entre une recherche académique ayant pour objectif l'acquisition de connaissances et une recherche plus appliquée en accompagnement de la R&D industrielle. L'activité scientifique de l'IEMN se situe au cœur d'un grand projet régional sur l'intelligence ambiante qui regroupe des chercheurs du logiciel, du matériel et des systèmes. Les travaux de recherche de l'IEMN dans ces thèmes reposent sur des moyens technologiques lourds dont les performances se situent au meilleur niveau dont une Centrale de Micro et Nanotechnologie et une Centrale de Caractérisation.

INRETS (Institut National de Recherche sur les Transports et leur sécurité)

L'INRETS (<http://www.inrets.fr>) est un EPST créé en 1985 et relève des ministères chargés de la recherche et des Transports. Sa mission centrale est d'effectuer, de faire effectuer ou d'évaluer toutes recherches et tous développements technologiques consacrés à l'amélioration des systèmes et moyens de transports et de circulation du point de vue technique, économique et social. Ses activités de recherche sont organisées en trois axes : sécurité des personnes, optimisation de l'usage

des réseaux de transport, fiabilité et durabilité des systèmes de transport (optimisation de leur consommation énergétique et réduction de leur impact sur l'environnement).

Dans le domaine de l'Intelligence Ambiante, l'INRETS mène des travaux sur les intergiciels, les objets mobiles communicants et les systèmes distribués et leurs interfaces. Les applications portent sur les communications infrastructure-véhicule, inter-véhicule et intra-véhicule, ainsi que sur les passerelles entre réseaux sans fil et réseaux embarqués dans les véhicules. Dans le domaine des services, il faut distinguer les applications aidant à l'exploitation des systèmes de transport et à l'amélioration de l'intermodalité, et les applications dédiées aux voyageurs autour de la géolocalisation, de l'information multimodale et de la mobilité urbaine.

INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et Automatique)

L'INRIA (<http://www.inria.fr/>) entreprend des recherches fondamentales et appliquées dans les domaines des sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) tout en assurant un fort transfert de technologie. L'INRIA accueille 3 800 personnes réparties dans ses 8 centres de recherche. 2 800 d'entre elles sont des scientifiques de l'INRIA et d'organismes partenaires (CNRS, universités, grandes écoles) qui travaillent dans plus de 150 équipes-projets de recherche communes. Un grand nombre de chercheurs de l'INRIA sont également enseignants.

L'INRIA développe de nombreux partenariats avec le monde industriel et favorise le transfert technologique et la création d'entreprises (plus de 90). L'INRIA est actif au sein d'instances de normalisation comme l'IETF, l'ISO ou le W3C dont il a été le pilote européen de 1995 à 2002. L'institut est aussi très présent en Europe où il participe à environ 120 actions dans le cadre du 6e PCRD et 40 actions dans le cadre du 7e PCRD, essentiellement dans le domaine des STIC et est membre du consortium ERCIM, qui regroupe des instituts de recherche de 20 pays européens. À l'international, l'institut collabore avec de nombreuses institutions scientifiques et universitaires.

L'INRIA pour les années 2008-2012 fonde son plan stratégique sur les axes prioritaires suivants, étroitement liés à l'intelligence ambiante.

- Modélisation, simulation et optimisation de systèmes dynamiques complexes
- Programmation : sécurité et fiabilité des systèmes informatiques
- Communication, information et calcul ubiquitaires
- Interaction avec des mondes réels ou virtuels
- Ingénierie numérique
- Sciences numériques
- Médecine numérique

Dans ce domaine spécifique qu'est l'intelligence ambiante, L'INRIA a fondé en 2001 le laboratoire virtuel AIR & D dédié à cette thématique conjointement avec PHILIPS et THOMSON Multimédia. Ce consortium regroupe maintenant 4 acteurs clefs avec l'arrivée en 2006 du Fraunhofer. AIR & D vise à promouvoir l'émergence de projets de recherche collaboratifs sur l'étude de solutions scientifiques et technologiques aux défis posés par la vision d'intelligence ambiante. Différents projets européens ont ainsi pu être créés depuis 2001, notamment dans le cadre des programmes IST et maintenant ICT de la commission européenne. Nous pouvons en particulier citer les projets Ozone et son successeur Amigo, qui ont produit les briques scientifiques et technologiques de plateformes de l'intelligence ambiante pour l'environnement nomade et domestique.

IRIT (Institut de Recherche en Informatique de Toulouse)

L'IRIT (<http://www.irit.fr/>) est une **Unité Mixte de Recherche**, UMR 5505, commune au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), à l'Institut National Polytechnique de Toulouse

(INPT), à l'Université Paul Sabatier (UPS) et à l'Université des Sciences Sociales Toulouse 1 (UT1). L'IRIT, créé en 1990, représente l'un des plus forts potentiels de recherche en informatique en France, fédérant 245 chercheurs et enseignants chercheurs, 45 ITA/ITAOS, 96 post-doc ou contractuels et 205 doctorants, relevant non seulement de ses tutelles mais aussi de l'Université Toulouse Le Mirail (UTM), composant les 19 équipes de recherche.

L'IRIT est organisé autour des 7 thèmes suivants :

- Analyse et synthèse de l'information
- Indexation et recherche d'informations
- Interaction, autonomie, dialogue et coopération
- Raisonnement et décision
- Modélisation, algorithmes et calcul haute performance
- Architecture, systèmes et réseaux
- Sécurité de développement du logiciel

Cet ensemble de thèmes met en évidence la couverture scientifique de l'IRIT sur l'ensemble des problématiques de recherche de l'informatique actuelle. L'IRIT organise principalement ses recherches autour de 4 axes stratégiques : Systèmes Ambiants, Systèmes Embarqués, Systèmes Informatiques pour la Santé et Masse de Données et Calcul.

Dans le cadre de l'axe stratégique sur les systèmes ambiants, un potentiel de 18,5 permanents équivalent temps plein répartis dans 11 équipes de recherche, ont des compétences et développent des activités. Ils étudient des modèles, des méthodes et des techniques pour augmenter les facultés des entités individuellement et collectivement par : le raisonnement et la prise de décision, l'apprentissage, l'auto-adaptation et l'interaction. Elles adressent essentiellement les propriétés d'hyper-interaction, d'ouverture et de systèmes enfouis ayant des fonctionnalités émergentes. Les compétences des équipes vont de la spécification à l'évaluation, en passant par le déploiement durable de ces systèmes et ce en assurant une continuité et une qualité de service.

Institut Télécom

L'Institut Télécom (<http://www.institut-telecom.fr/>) a pour missions l'enseignement supérieur et la recherche dans le domaine des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication. C'est un établissement public national placé sous la tutelle du Ministre de l'Industrie. Il est composé des grandes écoles : Télécom ParisTech (l'École Nationale Supérieure des Télécommunications, située à Paris, <http://www.telecom-paristech.fr/>), Télécom Bretagne (implantée à Brest et à Rennes, <http://www.enst-bretagne.fr/>) et Télécom Sud Paris (située à Evry, <http://www.telecom-sudparis.eu/>). À celles-ci s'ajoutent deux écoles créées en partenariat avec des universités : Télécom Lille 1 (créée avec l'Université de Lille et installée dans cette même ville, <http://www.telecom-lille1.eu/>), l'institut EURECOM (<http://www.eurecom.fr/>), créé avec l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne à Sophia-Antipolis.

L'Institut Télécom est un acteur majeur dans le domaine de l'enseignement supérieur en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication. Les écoles de l'Institut Télécom diplôment chaque année près de 800 ingénieurs et 200 managers et comptent actuellement plus de 4 000 étudiants, parmi lesquels 500 thésards, 350 élèves en mastères spécialisés et 130 en DEA. Enfin, 5000 stagiaires viennent parfaire leurs connaissances dans le cadre des sessions de formation continue dispensées dans les écoles. Les Ecoles de l'Institut développent une politique volontariste d'ouverture à l'international, notamment par des accords d'échanges ou de double-diplômes avec de nombreuses institutions étrangères. Elles jouent également un rôle très actif dans la promotion de l'entrepreneuriat et proposent un dispositif complet, allant de cursus spécialisés, à l'incubation de projets de création d'entreprise. Pour prolonger ces actions, l'Institut Télécom a, d'une part, contribué à la création du fonds d'amorçage T-Source aux côtés de la Caisse des Dépôts et Consignation ; il a d'autre part mis en place un système de bourses à la création d'entreprises qui accompagnent les meilleurs projets.

L'Institut Télécom est un organisme de recherche de référence en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication. Le groupe compte actuellement 470 enseignants-chercheurs et 500 thésards dans ses laboratoires. De par sa double vocation d'enseignement et de recherche, ses liens étroits avec le monde de l'entreprise et ses partenariats académiques, l'Institut Télécom constitue un maillon essentiel du dispositif de recherche français en STIC, ses domaines d'expertise étant complémentaires de ceux des autres grands organismes de recherche publique tels que l'INRIA ou le CNRS. Les activités de recherche sont coordonnées par une direction scientifique au niveau de l'Institut. Un conseil scientifique, placé à son côté, détermine les grandes orientations de la recherche de l'Institut, l'accent étant mis sur les nouveaux usages.

Les équipes de recherche de l'Institut Télécom couvrent l'ensemble des disciplines, aussi bien les technologies de base, le traitement de l'information, les réseaux, l'informatique, les logiciels, que les aspects économiques, sociaux, juridiques, les stratégies industrielles, les nouveaux services et usages. Ces compétences permettent de poursuivre des programmes de recherche dans les domaines des communications – mobiles, aérospatiales, satellitaires, optiques et multimédia, des communications d'entreprise et de l'internet. En particulier, au travers de projets comme IST-ASSERT, Télécom ParisTech a assis ses compétences dans la conception d'architectures de systèmes embarqués, leur formalisation, leur vérification. Au gré de plusieurs projets tels que IST-MOBIVAS, ITEA-Ambience, RNRT-Transhumance, Télécom ParisTech a développé des compétences en intergiciels pour le support de services (multimédia ou pas) exécutés en mobilité et adaptables au contexte. Ces travaux se poursuivent aujourd'hui par l'étude de l'intergiciel qui permettrait des offres de services mobiles, adaptables au contexte, dans des environnements impliquant des objets de taille variée allant du capteur à la station de travail multi-cores.

I3S (Laboratoire d'Informatique, Signal, Système de Sophia Antipolis)

L'I3S (<http://www.i3s.unice.fr/>) est une Unité Mixte de Recherche de l'Université de Nice-Sophia Antipolis et du CNRS (umr-cnrs 6070) composé d'enseignants-chercheurs de l'UNS (50), de chercheurs du CNRS (17) et de l'INRIA (8) et de doctorants (100). Sa recherche se situe au cœur des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication et recouvre de façon quasi continue l'ensemble du spectre de la Section 07 du Comité National. Cette large couverture thématique présente un atout très important. Dans le cadre de l'organisation du campus STIC, deux de ses domaines de compétence rejoignent les préoccupations de l'informatique ambiante :

- Systèmes et réseaux ubiquitaires (communication, calcul et logiciel omniprésents).
- Modélisation, simulation et technologies pour l'Energie, l'Eau et le Développement Durable.

Plusieurs parcours de Master sont par ailleurs proches de « l'ambient computing » (http://www.polytechnice.fr/Sciences_informatiques/page96.html):

- AGN (Ambiant Computing, Grille et Networking) : parcours en anglais pour étudiants étrangers,
- IAM (Informatique Ambiante et Mobile),
- IHM (Interaction Homme-Machine).

Le laboratoire et Polytech'Nice-Sophia avec leur partenaire (le CR PACA et des entreprises de Sophia Antipolis) ont mis en place l'Ubiquarium, un laboratoire expérimental en intelligence ambiante. L'Ubiquarium est constitué de dispositifs et de services virtuels ou physiques, découvrables et composables dynamiquement. Cet espace offre un cadre idéal pour l'évaluation de nouvelles applications de l'intelligence ambiante.

LAAS-CNRS (Laboratoire d'Architecture et d'Analyse des Systèmes)

Le LAAS (<http://www.laas.fr/>) du CNRS conduit des recherches dans le domaine des sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC), dans une démarche pluridisciplinaire.

Il regroupe 560 personnes dont 200 chercheurs et enseignants-chercheurs (100 habilités), 220 doctorants et une trentaine de post-doctorants. Il est organisé en quatre grands pôles thématiques :

- Le pôle "Micro et nanosystèmes" (MINAS) dont les travaux portent sur la modélisation, la conception et la technologie de micros et nanosystèmes pour la transmission de l'information et les communications, pour la gestion de l'énergie électrique, et pour la chimie et les sciences du vivant ;
- Le pôle "Modélisation, optimisation et conduite des systèmes" (MOCOSY), qui poursuit des études en automatique et traitement du signal avec des applications en particulier pour les systèmes aéronautiques et spatiaux, biotechnologiques, de télécommunication, ou de production;
- Le pôle "Robots et systèmes autonomes" (ROSA) qui traite de la robotique et de l'intelligence des machines, en particulier des fonctions sensorimotrices, de perception, d'interprétation, d'apprentissage, de décision et d'action, ainsi que l'intégration de ces fonctions en des architectures cognitives ;
- Le pôle "Systèmes informatiques critiques" (SINC) qui s'intéresse à la tolérance aux fautes et à la sûreté de fonctionnement des systèmes informatiques d'une part, et aux architectures et protocoles de communication, aux réseaux et à leur qualité de service et à la coopération multimédia d'autre part.

Le LAAS-CNRS aborde l'étude de ces systèmes complexes selon une démarche pluridisciplinaire au sein des STIC mais aussi en collaboration avec d'autres champs scientifiques : mathématiques, physique, chimie, sciences de la vie, sciences de l'univers, sciences pour l'ingénieur ou sciences humaines et sociales. À titre d'exemple, les travaux du LAAS-CNRS en interaction avec les sciences de la vie portent sur les micro et nanobiotechnologies (nanoadressage, biopuces, microfluidique), la bioinformatique et les biomathématiques (modélisation et dynamique des bioprocédés, algorithmique des interactions biochimiques), ou les interactions de la robotique et des neurosciences.

LaBRI (Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique)

Le LaBRI (<http://www.labri.fr/>) est une unité mixte de recherche (UMR5800) du CNRS. Créé il y a 20 ans, le laboratoire accueille plus de 260 personnes dont 130 permanents et 104 doctorants, organisés en 6 équipes de recherche, une équipe administrative et une équipe technique. Les missions du LaBRI s'articulent autour de trois axes principaux : recherche (théorique, appliquée), valorisation - transfert de technologie et formation. Les membres du LaBRI sont regroupés en six équipes :

- Combinatoire et Algorithmique,
- Image et son,
- Langages, Systèmes et Réseaux,
- Méthodes formelles,
- Modèles et algorithmes pour la Bioinformatique et la Visualisation d'informations,
- Supports et algorithmes pour les applications numériques hautes performances.

Toutes les équipes de recherche ont des équipes communes avec l'Unité de recherche INRIA Bordeaux Sud-Ouest. Les thèmes de recherche du laboratoire couvrent un large spectre de l'informatique et incluent à la fois des aspects fondamentaux et des aspects appliqués : combinatoire, algorithmique, complexité, théorie des graphes, logique, linguistique, clusters et grilles de calcul, programmation, interaction homme-machine, graphisme, analyse vidéo, fouille de données, bioinformatique, réseaux, etc. Au delà de l'énumération des thématiques, la force du LaBRI réside dans les nombreuses coopérations et contrats communs à plusieurs thèmes. Le LaBRI fait partie de l'institut Carnot MIB, et est partenaire dans deux pôles de compétitivité : AerospaceValley et Laser.

LIFL (Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille) et Centre de recherche INRIA Lille – Nord Europe

Le LIFL (<http://www.lifl.fr>) est une Unité Mixte de Recherche de l'Université des Sciences et Technologies de Lille et du CNRS (UMR CNRS 8022). Ses activités sont organisées en trois thèmes : (i) Infrastructures logicielles et systèmes embarqués (25 enseignants-chercheurs, 6 chercheurs), (ii) Interaction, coopération, images (25 enseignants-chercheurs, 3 chercheurs) et (iii) Modèles, algorithmes et calcul (29 enseignants-chercheurs, 9 chercheurs). Parmi les seize équipes du LIFL, neuf d'entre elles sont des équipes-projets communes avec le centre de recherche INRIA Lille – Nord Europe (<http://www.inria.fr/lille>) dont les thématiques prioritaires affirmées dans le plan stratégique de l'INRIA 2008-2012 sont (i) Infrastructures logicielles pour l'intelligence ambiante, (ii) Modélisation du vivant, interactions avec le vivant, et (iii) Modélisation et simulation. Ensembles, le LIFL et le CRI Lille – Nord Europe contribuent au projet Campus Intelligence Ambiante au côté de l'IEMN. Ce campus regroupe l'essentiel des activités logicielles et matérielles sur l'intelligence ambiante et compte plus de 1000 chercheurs. Ce campus sera la base d'une future fédération universitaire dans le domaine des STIC sur le campus de Lille 1. Le LIFL et le CRI INRIA Lille – Nord Europe participent aux pôles de compétitivité régionaux comme le pôle des industries du commerce (PICOM) et le pôle matériaux à usages domestiques (MAUD).

LIG (Laboratoire d'Informatique de Grenoble)

Le LIG (<http://www.liglab.fr/>), créé en janvier 2007 au terme d'une restructuration des forces grenobloises, rassemble actuellement près de 500 chercheurs, enseignants-chercheurs, doctorants et techniciens, répartis en 24 équipes de recherche. Ses partenaires académiques sont le CNRS (UMR 5217), Grenoble INP, l'INRIA, l'Université Joseph Fourier et l'Université Pierre-Mendès-France.

L'activité scientifique du LIG se décline en 4 grandes thématiques :

- Infrastructures informatiques (des réseaux aux données),
- Logiciels (fondements, modèles de conception),
- Interaction (perception, action, dialogue),
- Connaissances (ontologies, agents, apprentissage).

À travers ces quatre thèmes, le LIG veut s'attaquer aux défis d'envergure que posent six domaines applicatifs phares : l'informatique embarquée, la sécurité, le bâtiment intelligent, l'entreprise ouverte, le calcul pour les sciences et technologies, et l'informatique pour l'Education, le loisir et la culture. Son ambition est de proposer des fondements scientifiques, des modèles, des langages et des composants logiciels pour des systèmes et des environnements multi-échelle ouverts à tout type d'interaction, œuvrant de manière autonome, robustes et évolutifs, au sein d'univers complexes, ouverts et dynamiques, avec une qualité garantie. Le laboratoire inscrit son projet scientifique dans le mouvement de l'informatique ambiante. Son activité est mise en valeur sur des plates-formes expérimentales innovantes, en partenariat avec les industriels et les activités d'enseignement. Le LIG participe à Minalogic, Pôle de Compétitivité mondial sur les solutions miniaturisées intelligentes.

LRI (laboratoire de Recherche en Informatique)

Le LRI (<http://www.lri.fr/>) est une unité mixte de recherche (UMR8623) de l'Université Paris-Sud et du CNRS. Créé il y a plus de 30 ans, le laboratoire accueille plus de 260 personnes dont environ 115 permanents et 80 doctorants, organisés en 12 équipes de recherche, une équipe administrative et une équipe technique. Sept des 12 équipes de recherche sont communes avec l'INRIA Saclay - Ile-de-France qui est ainsi le partenaire privilégié du laboratoire.

Les thèmes de recherche du laboratoire couvrent un large spectre de l'informatique et incluent à la fois des aspects fondamentaux et des aspects appliqués : algorithmique, complexité, calcul quantique, théorie des graphes, optimisation combinatoire, clusters et grilles de calcul, génie logiciel, programmation, interaction homme-machine, bases de données, systèmes d'inférence, fouille de données, apprentissage par machine, bioinformatique, etc. Cette diversité est l'une des forces du laboratoire car elle favorise les recherches aux frontières, là où le potentiel d'innovation est le plus grand. Le LRI fait partie de Digiteo, l'un des douze réseaux thématiques de recherche

avancée. Le LRI est également partenaire de System@tic Paris-Région, pôle de compétitivité mondial dans le domaine des logiciels et systèmes complexes.

VERIMAG

Vérimag est une Unité mixte de recherche (UMR 5104) associée au CNRS, à l'UJF et à l'INPG. Les effectifs du laboratoire sont de 40 permanents et environ 40 doctorants et postdoctorants. Vérimag conduit des recherches sur la conception des systèmes embarqués. Ces recherches visent à produire des outils théoriques et pratiques pour développer à moindre coût des systèmes embarqués de qualité garantie. Vérimag a des compétences reconnues en programmation synchrone, en validation et vérification de la sûreté comme de la sécurité des systèmes complexes, en modélisation et analyse des systèmes temporisés et hybrides. Vérimag coordonne le réseau d'excellence européen Artist-design, et participe au Pôle de Compétitivité mondial Minalogic.

A2.3 Les groupes de travail académiques (ordre alphabétique)

GIERE (Groupe Interuniversitaire d'Éthique de la Recherche)

GIERE (<http://www.msh-alpes.prd.fr/ethique/>) est un groupe interuniversitaire informel du site grenoblois constitué en 2002 à l'initiative du Prof. Maurice Colomb, immunologiste, regroupant des universitaires des sciences classiques et des sciences humaines sensibles aux questions éthiques actuelles posées par l'avancement des connaissances et leurs applications technologiques.

Le groupe conduit un travail interne de réflexion sur des sujets d'actualité ayant une origine ou un développement scientifique. La confrontation des points de vue de chercheurs de plusieurs disciplines est recherchée. Les échanges se font lors de réunions régulières. Il se consacre également à la formation par des conférences portant sur l'éthique de la recherche. Depuis 2003, différents modules de formation doctorale ont été organisés, suivis par de nombreux doctorants. Les modules proposés abordent des questions générales concernant la responsabilité des chercheurs et la bioéthique en référence aux courants éthiques contemporains. Au cours du déroulement de ces modules une interactivité maximale est recherchée entre les formateurs et les doctorants.

Une partie importante de l'activité du groupe porte sur l'organisation de séminaires ou de journées d'études destinés à l'ensemble des chercheurs du site de Grenoble y compris les jeunes doctorants. Enfin, le groupe s'associe à l'organisation de colloques nationaux ou internationaux dans la mesure où une partie du programme de ces colloques relève de l'éthique.

Les Groupements de Recherche (GdR) du CNRS

Les GdR du CNRS ont pour mission d'animer la communauté scientifique française dans de nombreux domaines scientifiques. Les activités d'animation scientifique sont essentiellement des journées thématiques sous la forme de séminaires, discussions tout au long de l'année, des colloques, des écoles, des workshops et la diffusion d'information via le web et le mail. L'intelligence ambiante est un champ pluridisciplinaire qui concerne plusieurs domaines scientifiques et donc plusieurs GdR. Dans le panorama des GdR donné ci-dessous, organisé par ordre alphabétique, nous n'avons retenu que les GdR les plus pertinents relatifs à l'intelligence ambiante.

- GdR ARS – Architecture, Systèmes, Réseaux (<http://asr.cnrs.fr/>)

Le GdR ASR a été renouvelé pour 4 ans en 2006. Il est structuré en 3 pôles : Architecture, Système embarqué et temps réel, Réseau et communication (RESCOM) et enfin Grille système et parallélisme. Le pôle RESCOM constate que la recherche dans le domaine des communications, des réseaux et des télécommunications est devenue une recherche largement pluridisciplinaire qui se

doit d'être ouverte sur différents domaines. Ceci est rendu nécessaire par le caractère ubiquitaire, pervasive et la notion d'intelligence ambiante qui sont au cœur des réseaux de communication de nouvelle génération, et par la disparition des monopoles nationaux en télécommunication qui impliquent une organisation des réseaux et des problématiques proches de celles étudiées pour les réseaux de données (par exemple, gestion distribuée, hétérogénéité des équipements et des usages).

- GdR GPL - Génie de la Programmation et du Logiciel (<http://GdR-gpl.cnrs.fr/index.php>)

Le GdR GPL, créé en 2008 pour une durée de 4 ans, est structuré en deux pôles (Langages et vérification et Développement de logiciel) regroupant chacun huit groupes de travail parmi lesquels les groupes s'intéressant à la validation et aux tests des logiciels ainsi qu'à son évolution dans des contextes dynamiques sont les plus à même d'apporter des méthodes, techniques et outils pour l'intelligence ambiante. Ces groupes sont les suivants : FORWAL -Formalismes et outils pour la vérification et la validation, COSMAL - Composants Objets Services : Modèles Architecture et langages, MTV² - Méthodes de test pour la validation et la vérification, RIMEL – Rétro-ingénierie, maintenance et évolution des logiciels.

- GdR I3 – Information, Interaction, Intelligence (<http://www.irit.fr/GdR-I3/>)

Le GdR I3 a été renouvelé en 2006. Il est organisé en 7 thèmes : IA fondamentale, Systèmes multi-agents, Ingénierie par et pour les modèles dans les systèmes d'information, Masses de données et accès à l'information, Interaction et coopération, Communication orale, écrite et visuelle, Ingénierie des connaissances. Dans le thème Ingénierie par et pour les modèles dans les SI, le principal objectif est de proposer des moyens de mise en œuvre de solutions des SI et de leurs besoins, notamment au vu de la complexité et l'évolutivité des technologies, en termes (1) d'architectures (Pervasives / Adaptatives / Mobiles, Coopératives / Interopérables, Intégrées / basées sur des services web...), (2) d'interactions (multimodalité, plasticité), (3) d'information (centrée sur des contenus multimédias, données semi-structurées / floues...). Les groupes des thèmes Systèmes multi-agents et Interaction coopération, abordent la notion d'interaction qui est au centre des systèmes ambiants. Dans le thème systèmes multi-agent, on s'intéresse aussi à l'émergence de comportement au niveau du collectif. Le groupe SPHERE du thème Masse de données et accès à l'Information s'intéresse à la gestion de données dans des environnements à grande échelle. Parmi les problématiques abordées, plusieurs relèvent de l'intelligence ambiante comme l'évaluation de requêtes sur des réseaux de capteurs et la prise en compte du caractère dynamique des sources (la disponibilité des sources change d'une requête à l'autre, voire pendant l'évaluation d'une requête).

- GdR MNS - Micro Nano Systèmes (<http://www.lirmm.fr/~w3mic/mns/>)

A la fin de l'année 2004, le CNRS a identifié le besoin d'une animation scientifique dans le domaine des Micro et Nanos Systèmes (MNS) et a proposé en accord avec les Départements STIC et SPI, la mise en place du GdR MNS. Au sein de ce GdR, les Groupes Thématiques s'articulent autour de deux familles de sujets : la première comprend les problématiques générales des Micro et Nano Systèmes (Énergie - Matériaux, Micro et nano fabrication - Conception, Modélisation et intégration - Test et caractérisation / Fiabilité et sûreté de fonctionnement - Packaging) et la seconde recense les domaines applicatifs (Micromécanismes et micro-actionneurs – Microsystèmes électromécaniques MEMS pour les communications - BioMEMS et microfluidique - Applications émergentes des MEMS et interface – Capteurs - Nanoscience). Dans le cadre des applications émergentes des MEMS et interface, le groupe s'intéresse notamment aux microsystèmes de communications appliquées à la domotique, la gestion de l'énergie et/ou l'intelligence ambiante.

- GdR Psycho Ergo – Psychologie ergonomique et Ergonomie cognitive (<http://GdR-psychoergo.org/>)

Le GdR Psycho Ergo a été créé par le CNRS pour la période du 1er Janvier 2008 au 31 Décembre 2011. Il bénéficie du soutien de trois Départements scientifiques du CNRS : Sciences du Vivant, Sciences Humaines et Sociales, Sciences et Technologies de l'Information et Ingénierie. Ce projet

développe des coopérations avec d'autres GdR pour ce qui concerne des thématiques éventuellement communes (ex. : HAMASYT, I3, MACS, etc.). La psychologie ergonomique est fortement établie sur des pluridisciplinarités multiples, en particulier au sein de l'ergonomie cognitive. C'est pourquoi ce GdR a pour vocation de regrouper à terme toutes les équipes de recherche qui se reconnaissent dans la communauté des ergonomes de la cognition, sans restriction aux seuls psychologues. Ces pluridisciplinarités s'imposent pour maîtriser les situations étudiées et pour contribuer valablement à la conception, à l'évaluation et à la transformation des situations de travail. Elles concernent notamment les sciences du langage et les sciences pour l'ingénieur.

La psychologie ergonomique, à forte dominante cognitive, apporte principalement à la psychologie des connaissances sur le fonctionnement cognitif en situation écologique ou/et technologique. Elle joue un rôle majeur dans la conception et l'évaluation d'assistances à l'activité experte, mais aussi à la formation professionnelle. Les chercheurs et enseignants-chercheurs impliqués dans ce GdR (150 permanents et 113 doctorants) participent aux travaux de communautés pluridisciplinaires variées en lien avec les sciences cognitives. Ces communautés, organisées en associations ou dans des programmes, couvrent des domaines d'application très divers (analyse des conditions de travail, IHM, conception de produit, conduite automobile, etc.).

- GdR Robotique (<http://www.lirmm.fr/GdRRob/index.php>)

Le GdR Robotique a été mis en place en 2007 et est composé de 7 groupes de travail : Robotique médicale, Véhicules autonomes, Manipulation multi-échelle, Méthodologies pour la Robotique, Interactions personnes / systèmes robotiques, Conception innovante et mécatronique et Robotique humanoïde. Dans le groupe « Véhicules autonomes » les thématiques abordées comme les techniques de localisation et de cartographie, l'interprétation des scènes, le contrôle / commande des véhicules et la communication inter-véhicule peuvent trouver une application dans les systèmes ambiants. De même, le groupe « Interactions personnes /systèmes robotiques » se focalise sur l'interaction qui est aussi un point central en intelligence ambiante. Une de leur thématique porte sur l'intelligence ambiante et la robotique ubiquiste pour laquelle un lien fort, à cultiver, est celui de robot avec les environnements intelligents et notamment les réseaux de capteurs et l'intelligence ambiante.

- GdR SOC - System on Chip (http://www.lirmm.fr/soc_sip/)

Ce GdR créé en 2007 est composé de 7 groupes de travail : Logiciels Embarqués et Architectures Matérielles, Architectures Reconfigurables, Méthodes et outils de conception AMS (Addressing Mode Selection) & RF (Radio Fréquence), Test & Tolérance de SOC/SIP (System In Package), Consommation et Energie dans les SOC/SIP, Systèmes hétérogènes , Technologies émergentes. Les systèmes embarqués connaissent une progression importante dans tous leurs domaines d'applications et le développement fulgurant des communications sans fils et des technologies de semi-conducteurs ont contribué à augmenter l'utilisation de systèmes embarqués dans le cadre de l'intelligence ambiante.

A2.4 Partenaires industriels pressentis

Ci-dessous, la description de quelques partenaires clefs (liste non exhaustive qui se complétera au fil de l'eau), le potentiel industriel étant développé plus avant par Région dans la section suivante.

EDF R&D

EDF R&D a pour missions principales de contribuer à l'amélioration de la performance des unités opérationnelles du Groupe EDF et de préparer l'avenir à moyen et long termes. EDF R&D mène ses travaux en s'appuyant sur ses propres compétences (environ 2000 personnes) et développe également une politique volontariste de partenariat en France, en Europe et dans le monde. Ainsi une part croissante de son activité de recherche est conduite dans ce cadre partenarial, pour bénéficier des talents et idées externes, accélérer les recherches et partager les coûts et les risques. Parmi les thèmes prioritaires de ces partenariats nous trouvons le nucléaire, les énergies nouvelles,

les réseaux électriques et les technologies émergentes.

Le champ de la recherche à EDF R&D est donc très vaste et de nombreux projets, en réponse à des questions opérationnelles ou d'avenir, investiguent différents domaines de l'intelligence ambiante. Des actions de recherche sont ainsi programmées autour des Systèmes Multi-Agents, du Web sémantique, des capteurs intelligents et réseaux de capteurs, de la reconnaissance de la parole, des objets relationnels, des systèmes distribués, des IHM contextuelles, etc. Au-delà de ces dimensions techniques, de nombreuses actions sont réalisées au sein de la R&D en impliquant des compétences en SHS. En ce qui concerne plus spécifiquement les technologies de l'intelligence ambiante, l'ergonomie porte sur l'adaptation à l'activité humaine (particulièrement la question du contexte utilisateur et celle des IHM) tandis que la question de l'acceptabilité sociale se pose.

L'activité de recherche de la R&D est structurée, en lien direct avec le projet industriel d'EDF, autour de 12 défis, regroupés par thèmes : *Notre planète, Notre optimisation, Les clients, La production, Les réseaux* et un défi transverse sur la simulation numérique. Ils correspondent aux champs de recherche les plus importants pour le Groupe EDF et recouvrent l'ensemble des métiers de l'Entreprise. Ces thèmes et défis de la R&D portent de nombreux projets qui, pour certains, s'appuient directement sur des technologies liées à l'intelligence ambiante. À titre d'exemple, c'est dans le thème « Les clients » (qu'ils soient particuliers, professionnels, tertiaires ou industriels) que nous retrouvons les actions de recherche liées à la maîtrise de la consommation d'énergie. La R&D dans ce cadre est concernée par les problématiques (technologie et services) liées aux compteurs communicants et à la maison communicante et s'intéresse à toutes les technologies innovantes qui pourraient faciliter la maîtrise de l'énergie, garantir le confort et porter une plus grande adaptation à l'activité humaine.

SNCF - Direction de l'Innovation et de la Recherche

La Direction de l'Innovation et de la Recherche de la SNCF est une direction transverse qui pilote le programme et le budget de la recherche SNCF et coordonne le réseau de la recherche interne SNCF, ainsi que les partenariats et les coopérations avec le monde scientifique académique et industriel. La recherche SNCF est pluridisciplinaire. La plupart des projets sont menés en collaboration avec des instituts de recherche, des laboratoires scientifiques d'universités ou de grandes écoles, des groupes industriels... et également avec les autres grands réseaux ferroviaires. La Direction de l'Innovation et de la Recherche est organisée en 5 unités de recherche autour des domaines : « Automatismes et systèmes de contrôle », « Physique du système ferroviaire », « Génie décisionnel appliqué », « Confort et services », et « Sciences humaines et sociales ».

Les travaux autour des nouvelles technologies de l'information et de la communication concernent principalement l'unité « Confort et services », avec comme objectif l'amélioration des services offerts aux voyageurs aussi bien en gare qu'à bord des trains, et l'unité « Automatismes et systèmes de contrôle », avec comme objectif l'optimisation de l'exploitation du système ferroviaire en termes de sécurité, d'efficacité (performance, régularité, coûts d'exploitation...) et de fiabilité (disponibilité, maintenance...). Ces travaux sont les prémisses de ce que demain sera l'intelligence ambiante dans les gares et les trains SNCF.

Voici quelques-uns des sujets à l'étude dans le domaine des services aux voyageurs :

- le web sémantique, les agents intelligents, la reconnaissance et la synthèse de la parole
- les services mobiles contextuels et personnalisés (information, réservation, achat, dématérialisation des titres de transport, guidage/navigation de bout en bout de la chaîne de voyage -de porte à porte-...)
- les services multimédia à bord des trains (Internet, VoD, TV, jeux en réseau...)
- les espaces modulables et personnalisables pour les voyageurs, le siège intelligent...
- les services liés à l'accessibilité (PMR, malvoyants, personnes âgées...)

Voici quelques-uns des sujets à l'étude dans le domaine de l'exploitation ferroviaire :

- les réseaux de capteurs sans fil et autonomes pour les gares, les trains, les ateliers de maintenance...
- les réseaux de communications sol/bord à haut débit
- les convois fret intelligents
- la géolocalisation indoor
- le traitement du signal et de l'image pour la détection de défauts d'infrastructures, la vidéosurveillance intelligente, etc.

A2.5 Le potentiel industriel dans les régions (ordre alphabétique)

Aquitaine

Bâtiment intelligent

- Digital Home Concept : solutions très innovantes de domotique accompagnées d'embauches de plusieurs étudiants locaux.

Ingénierie de la connaissance

- Real Cognitic : solutions de cognitique pour détection et correction de pathologies ; Addeo : ingénierie de la connaissance.

Interaction Homme-Machine

- Immersion : solutions de réalité virtuelle.

Nomadisme

- V4X : télévision sur téléphone portable ; Néomades : SDK pour développement d'applications sur téléphone portable ; Libcast : podcast (applications dans la vie quotidienne).

Réseau et capteurs

- eDevice : connectivité IP de machines (applications de télé-relève, ...) ; Kimo : capteurs électroniques.

Robotique

- Robosoft : de nombreux projets liés au vieillissement de la population.

Transports

- TMS : TIC pour le monde des transports, par exemple pour faciliter les handicapés dans les transports en commun.

Bretagne

La recherche est très active à la fois via le pôle de compétitivité "images et réseaux", les centres de recherche, INRIA, CNRS, Universités, Groupement des Ecoles Télécom (GET) et bien entendu toutes les activités de R&D en Bretagne liées à France Télécom. Des actions se mettent en place principalement pilotées par les collectivités au sens large. C'est le cas pour deux opérations (Loustics et RFID Bretagne développement. Dans le même ordre d'idée, les collectivités commencent à se préoccuper de fournir de l'information à leurs administrés en s'appuyant sur les nouvelles technologies sans fil et les téléphones mobiles.

- Le Pôle de compétitivité Images et Réseaux, à vocation mondiale, est centré sur les nouvelles

technologies de l'image et des réseaux (fixes et mobiles) de distribution de contenus. Ses activités : la recherche et l'innovation sur les technologies et les nouveaux services à inventer dans ce secteur en pointe. C'est un pôle de recherche, de développement, d'innovation et d'expérimentation, centré sur les nouvelles technologies numériques de l'image et des réseaux (fixes et mobiles) de distribution de contenu. C'est l'un des rares pôles de recherche en Europe et dans le monde, travaillant sur la convergence de ces trois grands secteurs de la haute technologie de l'audiovisuel, des télécommunications, et des technologies de l'information, et visant une place en tête de la compétition mondiale dans ces domaines.

- Le Pôle de Recherche Avancée en Communications, PRACom : le Groupe des Écoles des Télécommunications (GET) dont fait partie l'ENST Bretagne contribue de façon visible et significative à l'innovation dans le domaine des STIC. Pour aller de l'avant, sur cette thématique, l'ENST Bretagne a décidé de créer le Pôle de Recherche Avancée en Communications (PRACom) avec le soutien de l'Etat, des collectivités territoriales (Communauté Urbaine de Brest, Conseil Général du Finistère, Conseil Régional de Bretagne) et des fonds européens. Il est implanté sur le campus brestois de l'ENST Bretagne. PRACom prolonge et amplifie les efforts de recherche déjà réalisés par l'ENST Bretagne dans le domaine des communications et du codage de l'information et, tout particulièrement, des turbocodes. Aujourd'hui, il a pour objectif de contribuer au développement des futurs services multimédias et, notamment, de travailler sur la 3e et la 4e génération de téléphonie mobile, la boucle locale radio, les objets communicants, les communications radio à l'intérieur des bâtiments ou encore la diffusion terrestre et satellitaire des services internet et de la télévision numérique. Sont actuellement membres de PRACom : France Télécom, Mitsubishi Electric ITCE, Scarmor, TurboConcept, Cabasse, Comsis, INEO DCS, Schlumberger, SACET et Autocruise TRW.
- Le projet Loustic (laboratoire d'observation des usages des technologies de l'information et de la communication) a été déposé par la Maison des sciences de l'homme en Bretagne dans le cadre du contrat de programme état région. Loustic associe des laboratoires des quatre universités de Bretagne, de l'Institut d'électronique et télécommunications de Rennes, de l'Irisa/Inria, de l'ENS Cachan, antenne de Bretagne et de l'ENST Bretagne. Cette plate-forme travaillera en lien avec le Pôle de compétitivité Images et réseaux. Elle est également affiliée au réseau de recherche Marsouin qui effectue des recherches en sciences humaines et sociales sur les usages et tests en cours de développement des produits et des services. Ce projet est aussi à l'origine de la plate-forme RNRT Lutin à la Cité des sciences et de l'industrie de La Villette (laboratoire des usages en technologies d'information numériques).
- RFID Bretagne Développement : cette action a pour objet de promouvoir la RFID (Radio Frequency Identification) et de fédérer les acteurs régionaux autour de projets liés aux applications de cette technologie. Ses actions actuelles sont principalement de favoriser et faciliter l'innovation dans les processus par la RFID, valoriser les compétences régionales en leur donnant une visibilité nationale et internationale, créer des conditions d'échanges et de coopération entre les membres du cluster (utilisateurs, professionnels de la RFID, laboratoires de recherche ...), alimenter les acteurs régionaux en connaissances stratégiques.
- En dehors de ces projets d'envergures, quelques expérimentations voient le jour. On peut citer en particulier l'expérimentation en cours dans la ville de Rennes qui utilise la technologie Bluetooth pour informer les citoyens. Une dizaine de bornes sont implantées depuis la fin juillet (2008) dans l'agglomération de Rennes pour communiquer, grâce à la technologie Bluetooth, des informations aux personnes qui passent près des bornes et dont le téléphone portable est équipé de cette fonctionnalité. En passant place de l'hôtel de ville, l'on peut par exemple recevoir des actualités vocalisées de la ville, ou, en récupérant sa voiture sur un parc relais, recevoir des images du trafic routier. Cette expérimentation rennaise est une première en France

et propose du contenu "géocontextualisé" c'est-à-dire que le contenu multimédia transféré sur le téléphone est en lien avec le lieu d'implantation de la borne et actualisé toutes les 24 heures

- Quelques acteurs : sans citer tous les acteurs industriels (grands groupes, PME, Start-Up) qui, de près ou de loin, touchent au domaine de l'informatique ambiante, retenons le groupe DELTADORE (<http://www.deltadore.com/>), spécialiste reconnu dans le domaine de la gestion individuelle du confort thermique et de la sécurité et qui investit aujourd'hui l'univers de la domotique avec l'idée d'étendre ses produits actuels et d'en définir de nouvelles gammes de telles sortes que la maison se pilote de manière " intelligente ", en fonction des besoins, des habitudes et des envies de bien-être des résidents. Citons aussi la toute dernière Start-Up de l'INRIA de Rennes, SenseYou (<http://www.senseyou.fr/>), qui offre une solution logicielle pour la mise en place simple et rapide de services contextuels à forte valeur ajoutée permettant de rendre intelligent l'environnement.

Midi-Pyrénées

Bâtiment économe

- Cluster "Bâtiment économe" : CNES, IMERYS, TERREAL, LAFARGE, KNAUPF, RECTOR, EADS, AIRBUS, CONTINENTAL, HYDRO-TECHNAL, TENESOL

Photovoltaïque

- TECHNASOL

Réseaux de capteurs communicants

- Groupement CECILE (spécialisé dans la géolocalisation) ; PoleStar, NAVOCAP, SODIT, M3 Systems, MAGELLIUM, ERGOSPACE, METHOD, CAP GEMINI
- Groupement SACER (spécialisé dans l'aéronautique) ; INTESPACE, DELTA Technologies, CRIL Technologies, EPSILON, DATUS Sud-Ouest, NOVAMEMS

Réseaux de capteurs pour l'environnement et la santé

- NEOSENS, HEMODIA, ALPHAMOS, NOVAMEMS, TRAD, OPTOMESURES, MEDES, LARA Europe, MAGELLIUM, INNOPSY, POLYMEM, LOPEZ

Systèmes embarqués

- CONTINENTAL (Boussens et Toulouse), FREESCALE, HUMIREL, LDL-technology, NOVAMEMS, STERELLA

Traçabilité et authentification avec RFID et Tag

- GEOTraçabilité d'Auch (leader européen pour l'agro-alimentaire), PROOFTAG, BALLOGH

Donneurs d'ordre

- EADS, AIRBUS, Laboratoire Pierre Fabre, SOLUDIA, VEOLIA Environnement, SCHNEIDER Electric, LEGRAND, TOTAL, THALES ALENIA SPACE, CNES, ONERA, CHU Toulouse, Institut Claudius Rigaud

Nord – Pas de Calais

La région Nord – Pas de Calais est dotée de six pôles de compétitivité :

- I-Trans, transports ferroviaires et systèmes de transports innovants (pôle mondial) : Alstom, Bombardier, RATP, SNCF, Acteos, Atos, Renault, Saint Gobain, Valéo...
- PICOM, pôle des industries du commerce : Auchan, Banque accord, Chronodrive, Cofidis, Decathlon, Finaref, La poste, Leroy Merlin, La Redoute, 3 Suisses...

- MAUD, matériaux à usages domestiques : ARC International, Cascades, Sical, Roquette, Anios, Bonduelle...
- UP-TEX, textiles innovants : UIT-Nord, URIC, UNIMAILLE, UPDB, CLUBTEX, France et broderie, Groupe Calais Dentelle.
- Pôle filière produits aquatiques : FROM Nord, COPALIS, CITPPM...
- NSL, Nutrition Santé Longévité : Adrianord, Beghin, Bonduelle, COPALIS, Lesaffre, BAYER SCHERING PHARMA, LEBAS TECHNOLOGIES, MACOPHARMA, OSYRIS.

Ces pôles sont concernés par la thématique de l'intelligence ambiante et ont déjà entrepris – à différents degrés – des initiatives en ce sens. Par exemple, pour le transport (rappelons la conception et la réalisation du VAL, premier métro automatique du monde développé dans la métropole lilloise) est naturellement un domaine d'application de l'intelligence ambiante aussi bien pour les aspects logistiques comme le suivi de marchandises que pour les aspects aide aux voyageurs. L'intelligence ambiante fait partie des axes stratégiques du pôle PICOM qui a donné lieu à des projets autour de l'internet des objets (RFID) et des espaces de ventes intelligents. Sous l'impulsion de son président, Arnaud Mulliez, le pôle a initié le projet Lille Métropole Ubiquitaire sur les services mobiles et le commerce ubiquitaire avec l'ambition de faire de Lille le laboratoire du commerce du futur en grandeur réelle. Le pôle MAUD travaille sur l'impression d'étiquettes RFID sur carton et sur la biodégradabilité des puces RFID. Ces sujets sont d'une telle importance que quatre des pôles (MAUD, UP-TEX, Pôle filière produits aquatiques, PICOM) ont co-labellisé un projet (DECARTE) sur ces thématiques. Des discussions avec Nokia et VTT ont d'ailleurs été engagées pour établir un partenariat. Le textile innovant (UP-TEX) sur des préoccupations de santé (NSL) comme le monitoring cardiaque par exemple est également impacté.

Il faut également noter le lancement en 2008 d'un centre d'innovation sur les technologies sans contact (EuraRFID) soutenu par le conseil régional et l'ensemble des pôles de compétitivité et d'excellence régionaux. Ce centre a pour vocation de faciliter l'appropriation des technologies sans contact par les acteurs économiques et de soutenir les projets innovants dans ce domaine.

Provence Alpes-Côtes d'Azur (Sophia-Nice)

SCS (Solutions Communicantes Sécurisées) : Pôle de compétitivité mondial sur les solutions communicantes sécurisées déclinées selon quatre thématiques (identité, connectivité, mobilité, traçabilité) et portées par 25 groupes d'envergure mondiale (soit 13000 emplois dont 6500 dans la R&D) et 1200 chercheurs de la recherche publique.

Bâtiment économe

- CARI, <http://www.cari.fr/>

Réseaux de capteurs communicants

- ONE RF TECHNOLOGY Création, conception, fabrication, commercialisation de tous produits électroniques informatiques : développement de solutions radio sans licence, solutions radio spécifiques pour des applications militaires. <http://www.one-rf.com> Effectif : 15 ; OPEN PLUG Développement de solutions technologiques pour simplifier le développement, la configuration et la validation de logiciels pour téléphone sans-fil. <http://www.open-plug.com>. Effectif : 18 ; NXP / PHILIPS SEMICONDUCTORS Centre de recherche et développement de circuits intégrés pour télécommunications (GSM, DECT, PHS, ISDN, DSP, ARM). Site internet : <http://www.philipssemiconductor.com>. Effectif : 320 ; SCHNEIDER ELECTRIC Conception et fabrication d'automatismes programmables et de logiciels associés API. <http://www.schneider-electric.com>. Effectif : 334 ; SK GROUP Informatique et électronique industrielle, contrôle de sécurité anticollision pour engins automobiles (grues), cabinet d'ingénierie. <http://www.sk-group.fr>. Effectif : 10.

Réseaux de capteurs pour l'environnement et la santé

- CONEXANT SYSTEMS Semiconducteurs pour l'informatique personnelle, les réseaux, l'imagerie, l'électronique grand public numérique. <http://www.conexant.com>. Effectif : 29

Systèmes embarqués

- SIEMENS VDO AUTOMOTIVE Centre de recherche et développement de logiciels embarqués. <http://www.siemensvdo.com>. Effectif : 100 ; STMICROELECTRONICS développe et offre des solutions couvrant une large palette d'applications microélectroniques : Etude et développement de composants électroniques semi-conducteurs pour les télécommunications. <http://www.st.com>. Effectif : 27

Télécom

- BOUYGUES TELECOM Opérateur de téléphonie mobile, réseau radiotéléphone. <http://www.bouyguestelecom.fr>. Effectif : 13 ; FRANCE TELECOM R&D Recherche en communication d'entreprise. Les Lucioles - France Télécom, <http://www.rd.francetelecom.fr>. Effectif : 100 ; HITACHI EUROPE Ce laboratoire de recherche consacre ses travaux à la communication mobile (développement de la nouvelle génération de systèmes de communication pour les téléphones, les ordinateurs et autres appareils portables, mobile multicasting) et aux communications satellite. <http://www.hitachi-eu.com>. Effectif : 8 ; NEXO Nexo développe un nouveau système télématique qui permet de gérer et d'assurer la sécurité des véhicules en cas de vol, le tout au moyen de technologies GSM, GPS et Internet. <http://www.nexotelematics.com>. Effectif : 15 ; PRECEPTEL Opérateur Télécom qui développe des solutions métier innovantes (intégration des compétences Opérateur, SSII, Centre serveur, et Web agency pour proposer des solutions clé en mains), <http://www.preceptel.com>. Effectif : 11.

Traçabilité et authentification avec RFID et Tag

- ASK Conception, fabrication et commercialisation de cartes à puces sans contact. Conception, fabrication et commercialisation de tickets papier sans contact et étiquettes RFID. <http://www.ask.fr>. Effectif : 112

Industrie du logiciel

- ACCENTURE Conseil et ingénierie informatique, utilisation de nouvelles technologies au service de nouvelles stratégies d'entreprise. http://careers3.accenture.com/xd/accenture.asp?id=/xdoc/aetpWeb/home_L02.xml. Effectif : 349 ; AMADEUS Définition, conception et développement des produits destinés à la distribution des services de voyages (transport aérien, hôtels, voitures, chemin de fer). <http://www.amadeus.com>. Effectif : 1250 ; NXP / PHILIPS SOFTWARE Développement de logiciels et de progiciels. <http://www.software.philips.com>. Effectif : 26

Entreprise de Sophia pouvant travailler dans le domaine de l'informatique ambiante

- AMEC SPIE - Département A.R.I. Automation et Réseaux d'Information Services et logiciels informatiques : systèmes d'aide à l'exploitation des transports et systèmes d'aide à l'information des voyageurs SAEIV. <http://www.amecspie.com>. Effectif : 9 ; APPLIED INNOVATIONS Développement de solutions basées sur la géolocalisation. <http://www.ai-online.biz>. Effectif : 5 ; ARM Solutions à base de microprocesseurs à jeu d'instructions réduit (RISC), <http://www.arm.com>. Effectif : 27 ; BROADCOM Activités techniques et commerciales dédiées à la technologie Bluetooth et dans les domaines comme les Set Top boxes & WLAN. Broadcom est l'un des premiers fournisseurs mondiaux de semi-conducteurs sans usine de fabrication. <http://www.broadcom.com>. Effectif : 25 ; MOBILEGOV FRANCE Développement d'applications pour sécuriser les systèmes informatiques traitant des données sensibles et documents d'identité électroniques.

<http://www.mobilegov.com> ; QUESCOM Conception et développement de solutions innovantes de convergence téléphonique Fixe-Mobile pour les entreprises et les fournisseurs de services. <http://www.quescom.com>. Effectif : 40 ; TEMEX Conception et fabrication de composants et sous-systèmes RF et hyperfréquences pour les secteurs des télécommunications, infrastructures, automobile, et spatial & défense, <http://www.temex.com>. Effectif : 243 ; TRUSTED LOGIC Développement de logiciels à haut niveau de sécurité pour cartes à puce et terminaux, <http://www.trusted-logic.com>. Effectif : 13.

Rhône-Alpes

Minalogic

- Pôle de compétitivité mondial sur les solutions miniaturisées intelligentes; repose sur l'alliance des micro-nanotechnologies et de l'intelligence logicielle embarquée.
- 80 membres dont 2/3 de PME, 18 institutions locales (CCI Grenoble, conseils régionaux, etc.) et 6 organismes de recherche et universités (CEA, CNRS, INRIA, Groupe INP Grenoble, UJF, UPMF)

Infrastructure logicielle

- Groupe de travail SICONID de Minalogic (Software Infrastructure for Connected Intelligent Devices). Schneider Electric (Corporate R&D and Power Business Unit), STMicroelectronics - Component based architecture, Logica CMG - centre de compétence M2M Grenoble, Sogeti Hitech, Bull, ITRIS - Automation Square, Hewlett-Packard Grenoble, Silicomp Orange Business Services, Teamlog, Scalagent, PurpleLabs, ITS.

Thématique bâtiment intelligent

- Hager, Atral, Somfy, Air Liquide, Sirlan technologies
- Atral (protection des biens et des personnes)

Thématique gestion intelligente de l'énergie

- Schneider Electric, MGE UPS, Scalagent

Thématique réseau

- France Telecom R&D, STMicroelectronics, Alpwis, Teamlog

Thématique équipements et nomadisme

- STMicroelectronics, PurpleLabs, HP
- Volubill (suivi temps réel de la consommation et de l'usage d'équipements mobiles)
- Actoll (billétique, contrôle de péage)

Annexe 3 : Thèmes de recherche

La liste des thèmes ci-dessous n'est pas exhaustive et sera complétée au fil de l'eau.

A3.1 Vision et organisation générales

Nous voyons un espace ambiant comme une fédération dynamique d'êtres vivants (et notamment d'humains) et de dispositifs dotés d'autonomie fondée sur leurs propres capacités de perception, d'action, de communication et de traitement (que nous appelons « entités PACT » ou « entités AmI » dans la suite du texte). L'existence de fonctions de communication entre entités PACT, complétée par d'autres fonctions numériques, permet à ces entités de se fédérer et/ou d'être fédérées dynamiquement pour offrir de nouveaux services. Nous pensons que les services qui, jusqu'alors, résultent d'une interaction explicite entre un utilisateur et un dispositif seront remplacés par des services fondés sur un ensemble d'entités PACT capables de percevoir et d'agir de façon autonome dans le monde réel. Ces services utiliseront la notion de contexte, c'est-à-dire des espaces d'informations structurés et dynamiques qui leur permettront de comprendre leur environnement, d'agir de façon pertinente et d'interagir de manière adaptée entre elles et avec les êtres vivants. Par ailleurs, ces services s'exécuteront dans des environnements très dynamiques où les objectifs des personnes ainsi que les ressources de calcul, d'interaction et les moyens de communication évolueront fortement de façon imprévisible.

En prenant cette vision comme point de départ, nous pouvons envisager deux façons, non exclusives, de forger les collaborations et les thèmes de recherche :

- l'une centrée sur la notion d'interaction : interaction entre services informatiques et entités PACT, interaction entre entités service et environnement, interaction entre service et humains (les utilisateurs). La figure A2.1 reflète cette organisation de la recherche.
- l'autre centrée sur une vue architecturale en couches représentée dans la figure A2.2.

Autour de la notion d'interaction

La maîtrise de l'interaction entre entités PACT suppose qu'elles puissent informer autrui (et s'informer) sur leurs capacités sensori-motrices, leurs capacités de communication et de traitement. Ces informations peuvent être stockées dans des annuaires reliés par des gestionnaires d'ontologies.

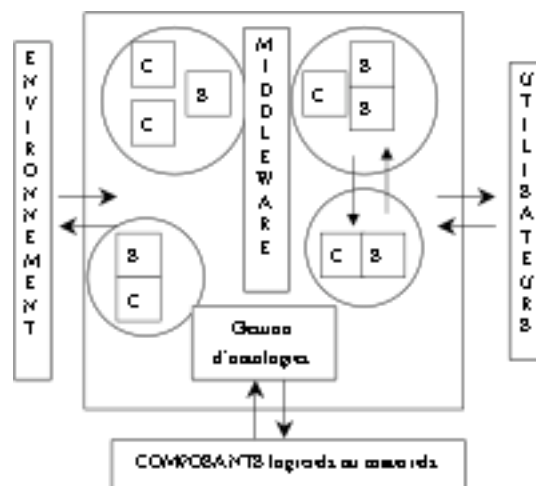


Figure A2.1. Interaction entre entités PACT et Environnement, entre entités PACT et Utilisateurs, et entre entités PACT. (Un cercle représente une entité PACT capable de fournir un ensemble de services S par assemblage de composants C. Un composant C peut être logiciel ou matériel. Un composant matériel est un dispositif physique.)

L'interaction entre les services fondés sur les entités PACT et utilisateurs appelle des innovations en interaction personne-système. Comme nous l'avons énoncé plus haut, les utilisateurs doivent être informés sur les services disponibles dans le respect de leurs activités, objectifs et capacités. Il faut

pour cela, une modélisation précise des contextes et situations, mais aussi inventer des modes d'interaction permettant aux utilisateurs de maîtriser le comportement des services, voire de les assembler et « programmer » leur comportement, sans qu'ils soient noyés dans les détails techniques.

Les entités PACT doivent être introduites dans le système ambiant de manière opportuniste et imprévue. Ceci pose le problème de la découverte automatique des paramètres d'installation. Les entités PACT en interaction avec l'environnement, ou les services qui les recrutent, doivent être capables de découvrir leur position et leur orientation mais aussi relativement aux autres entités. Elles doivent être capables d'identifier le champ de sensibilité de leurs capteurs, et de même la nature et la zone d'influence de leurs effecteurs. Elles doivent avoir la possibilité de raisonner sur les effets et les fonctionnalités des composants, ainsi que la possibilité de substituer un composant par un autre. Dans le cas où des composants sont mobiles (plates-formes robotiques ou dispositifs portables), la découverte peut concerner la construction d'un modèle de la géométrie, de la topologie, de la fonction et des habitudes d'utilisation de l'espace.

Ces trois formes d'interaction sont illustrées dans la figure A2.1.

Vue architecturale

La figure A2.2 distingue les blocs fonctionnels suivants :

- Physique a pour but de fournir le substrat matériel et les interfaces logicielles correspondantes.
- Perception/action a pour but d'interagir avec l'environnement physique.
- Contexte a pour but de construire et de maintenir la connaissance du système sur son environnement.
- Médiation permet d'aligner les connaissances telles qu'elles sont représentées dans le Contexte et telles qu'elles sont attendues par des services.
- Service contient les services destinés aux humains (ou à d'autres services) ainsi que leur coordination permettant d'obtenir un comportement collectif cohérent et adapté.
- Intergiciel (Middleware) fournit les fonctions techniques de base. Il existe plusieurs types d'intergiciels répondant aux besoins des blocs fonctionnels précédents. Avec le temps, on peut espérer un rapprochement de ces différents intergiciels. Une voie possible est celle de l'utilisation de « services web » qui permettent de fédérer et de faire interopérer des solutions intergicielles hétérogènes.
- Réseau fournit le substrat de communication unificateur. Il vise à masquer l'hétérogénéité et la complexité des divers sous-réseaux susceptibles d'intervenir (voir Figure A2.3).
- IHM traite des interactions des utilisateurs avec les services et de manière générale avec le système et d'autres utilisateurs.

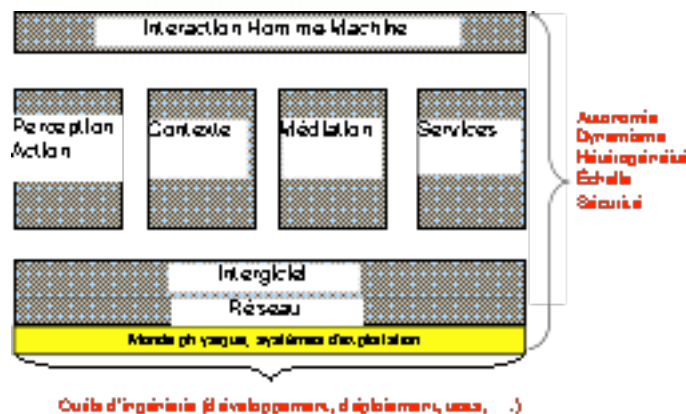


Figure A2.2. Vue architecturale des thèmes de recherche.

Aux différents niveaux d'abstraction, on devra apporter des outils de spécification, de

développement et de test sur :

- L'autonomie,
- La gestion du dynamisme,
- Le passage à l'échelle,
- La gestion de l'hétérogénéité,
- L'atteinte de certaines propriétés non fonctionnelles comme la **sécurité** et la **sûreté de fonctionnement** deux sujets clés éminemment transversaux.



Figure A2.3. Hétérogénéité de sous-réseaux dans un habitat.

A3.2 Interaction entre services et composants

L'orientation vers les services permet de faire face à des environnements fortement dynamiques. Il est nécessaire de faire avancer cette technologie afin de faciliter le développement de services, la composition de services, la validation de services.

Services et composants autonomiques

Un service autonomique doit être capable de maintenir ses propres fonctionnalités. Des capacités autonomiques peuvent inclure des capacités d'auto-surveillance, d'auto-configuration, d'auto-réglage, d'auto-correction et d'auto-description. De telles capacités assurent la robustesse des services en réponse aux aléas des conditions d'opération.

Ontologies de composants et leurs protocoles de communication

L'introduction et l'élimination inattendues ou opportunistes des composants ou d'entité PACT posent le problème de la déclaration des fonctionnalités sensori-motrices, de traitement et de communication. Cela demande l'utilisation d'ontologies de composants offrant aux services la possibilité de découvrir les fonctionnalités, les usages, les protocoles de communications et les paramètres de contrôle pour les composants disponibles. Cela demande des progrès dans les outils d'ontologies pour l'interaction entre entités.

Réseaux de communication hétérogènes

Les capteurs et les actionneurs doivent être regroupés en un réseau de communication évolutif : tout nouveau capteur doit pouvoir être automatiquement intégré au réseau existant. Un tel réseau doit répondre aux problématiques de l'"auto-*" comme l'auto-configuration, l'auto-organisation notamment face aux changements dynamiques de topologie induits par les pannes ou la mobilité des nœuds, et plus performants, avec des techniques permettant de réduire les délais de communication sans trop consommer d'énergie. Ainsi, le réseau doit organiser les transmissions radio d'informations pour limiter les collisions, les capteurs doivent éventuellement obtenir une adresse. Naturellement, les contraintes matérielles doivent être prises en compte en amont. Ainsi, la pile protocolaire classique doit être fusionnée, et les protocoles simplifiés afin de limiter les consommations de CPU et de mémoire, tout en limitant la consommation d'énergie. Il est également nécessaire de co-optimiser les algorithmes d'accès aux informations (venant du monde des bases de données) avec les protocoles réseaux d'échanges d'informations. Les interactions inter-couches (ou *cross-layer*) prouvent ici toute leur pertinence. L'hétérogénéité des capteurs en termes de technologies de transmission radio et de capacité matérielles doit être prise en compte

tant dans le routage que dans l'accès au médium. Au niveau des couches physiques, on cherchera à miniaturiser les antennes (les rendre intelligentes c'est-à-dire multi-fonctionnelles) et à explorer les potentialités des matériaux intelligents pour la réalisation de nouveaux composants RF enfouis (métamatériaux, matériaux multi-ferroïques).

De nouveaux services maîtrisés et émergents de l'interaction entre des services existants

Parce que l'environnement dans lequel évoluent les services est dynamique et complexe, le concepteur ne pourra pas tout prévoir. Il faut donner aux services les capacités d'interagir et de réaliser de nouveaux services. L'utilisateur, bien qu'au centre de ces systèmes, n'a pas le contrôle de toutes les activités, en cela le système est enfoui. Il peut, bien entendu, émettre une demande de service qui doit être satisfaite. Mais des tâches collectives, lorsque cela est souhaitable, doivent être réalisées par des composants artificiels de manière transparente en conservant la qualité de service sans être ni initiées, ni pilotées par l'humain. Cela revient à concevoir des systèmes complexes capables de s'adapter et de fournir de nouveaux services en fonction de l'environnement dans lequel ils évoluent.

Intergiciels

Un intergiciel (en anglais, middleware) est un logiciel servant d'intermédiaire de communication entre plusieurs applications, généralement complexes ou distribuées sur un réseau informatique. Un intergiciel offre des services liés aux besoins de communication entre les services et les dispositifs sensori-moteurs. La double mission d'interfaçage d'un intergiciel est :

- 1) la gestion des appels de fonctions de l'application ou la gestion du renvoi des résultats. (La communication entre client et serveur),
- 2) la mise en forme des données en vue de leur prise en charge par la couche de communication, transport (les couches 5, 6 et 7 du modèle OSI).

La grande diversité, dynamique et complexité des dispositifs numériques, décrite précédemment, pose des défis importants pour la conception d'intergiciels génériques et facilement adaptables aux requis de domaines d'application cibles.

Intergiciels et infrastructures de médiation à base de services

La construction d'applications « à base de services indépendants » s'articule autour du déploiement de services qui réalisent des aspects spécifiques et de la programmation de ces services pour qu'ils soient adaptés aux besoins des applications. Ce nouveau paradigme de construction d'applications requiert une connaissance modulaire des applications (fonctionnalités internes, plate-forme sous-jacente, interfaces avec l'extérieur) et de leurs besoins (communication, persistance, gestion de données). Du point de vue des concepteurs de services, ce nouveau paradigme oblige à revisiter diverses techniques des systèmes répartis, architecture logicielle, communication, gestion de données, ... pour permettre la construction de « légos » évolutifs.

Infrastructures de médiation de données

L'approche service convient également à la supervision, à l'adaptation, au filtrage et à la corrélation des données provenant de diverses sources. Toutefois ces services hétérogènes et autonomes se doivent d'être intégrés de manière souple, évolutive, fiable et sécurisée au sein d'infrastructures au profit des applications globales, mais sans perturber le fonctionnement de chaque composant. La médiation de données consiste en la remontée fiable de données depuis des sources distribuées jusqu'à des applications, de supervision par exemple.

Infrastructure d'accueil

En amont des services « légoisés », l'un des rôles de l'intergiciel est de permettre la gestion des objets potentiellement nombreux et hétérogènes qui accueilleront les services. L'infrastructure d'accueil devra permettre d'identifier, de nommer, d'adresser, de localiser des noeuds fixes ou mobiles, allant du simple capteur à la station de travail multi-cores. Elle devra permettre d'exécuter

des processus sur ces différents nœuds et fournir des mécanismes de communication de base entre ces nœuds. Ces mécanismes doivent passer à l'échelle (une voie possible est celle des services d'événements avec publication/souscription où les messages sont plus aisément filtrés et agrégés si nécessaires). Par ailleurs, il faudra prévoir des mécanismes qui permettent de construire des « groupes » ou communautés de nœuds sur lesquels les services seront offerts. Ces communautés pourront utiliser la proximité géographique ou se fédérer sur d'autres critères. Ces découpages virtuels seront un moyen d'assurer le passage à l'échelle et l'intergiciel devra offrir un support dans ce sens.

Spécifications formelles, tests et validation

Contrôle à base de modèles de systèmes adaptatifs : spécification déclarative des stratégies d'adaptation, et dérivation de contrôleurs corrects par construction, à partir du modèle des comportements du système. Applications de la commande des systèmes à événements discrets (synthèse de contrôleurs). Encapsulation des méthodes formelles dans un langage dédié, spécifique au domaine, et génération de code vers les plates-formes d'exécution. Évaluation de la résilience des systèmes ambiants et validation de leurs protocoles.

Les méthodes de test doivent prendre en compte les usagers lorsque ceux-ci sont concernés (perception des activités humaines, interfaces, etc.). Pour cela, et afin d'éviter d'avoir à organiser de longues et coûteuses séances de passation avec des panels de sujets, il est souhaitable de développer des méthodes de simulation de comportements d'usagers pour divers profils paramétrables à l'avance.

Outils d'ingénierie

Des outils favorisant la montée en abstraction et la séparation des préoccupations³¹ seront nécessaires pour faire face aux problèmes visés. Il s'agit notamment de faire passer à l'échelle tous les outils de développement, de déploiement, de test, de spécification. Le coût des outils étant généralement élevé, il conviendra de mettre au point des techniques de génération d'outils.

A3.3 Interaction entre les services et les utilisateurs

Interaction naturelle explicite avec les humains

Ce thème de recherche vise la création de nouvelles capacités d'interaction entre les systèmes ambiants et les utilisateurs. Les recherches actuelles en IHM vont déjà dans ce sens, mais les pistes sont à peine défrichées. Les principes de l'interaction multimodale, de la réalité mixte (ou augmentée) et de l'interaction sociale (social and affective computing) sont acquis, mais les modèles et les solutions sont loin d'être aboutis, aussi bien sur le plan technique que sur le plan humain. L'exploitation des capteurs en IHM ne fait que commencer. De nouveaux dispositifs d'interaction doivent émerger par la convergence des savoir-faire en IHM et en micro&nanotechnologies³². L'étude sur la plasticité des interfaces homme-machine est aujourd'hui lancée : l'adaptation dynamique des interfaces homme-machine à la diversité et à la disponibilité des dispositifs d'interaction est maintenant comprise. On sait remodeler ou distribuer tout ou partie

³¹ Selon le principe de la séparation des préoccupations, un logiciel n'est plus abordé dans sa globalité, mais par parties, ce qui en réduit la complexité, en facilite la compréhension, la maintenance et l'évolution.

³²



Citons pour exemple, la projection d'informations sur des lentilles de contact souples. Ci-contre, le eye-pod mis au point à l'université de Washington-Seattle [IEEE Spectrum, March 2008, p. 11].

d'une interface, mais pour des situations d'interaction récurrentes. Actuellement, les concepts, les modèles et les solutions techniques sont encore incapables de « comprendre » la reconfiguration dynamique de services qui, nous l'avons vu, prévaut en intelligence ambiante. Si, en IHM, nous disposons de quelques technologies facilitantes, rien n'a été fait (ou presque) pour les rendre façonnables par l'utilisateur. À cet égard, il convient d'inventer de nouveaux langages permettant à l'utilisateur non-expert de commander (« programmer ») pour qu'il puisse fabriquer ses choses à lui, s'approprier l'espace ambiant, inventer les usages que les concepteurs ne sauraient prévoir. Ce phénomène d'appropriation illustre la créativité des humains confrontés à de nouveaux dispositifs mais pointe également les limites de la conception comme processus rationnel capable d'identifier a priori et de borner les usages attendus d'un dispositif technologique complexe. Si l'intelligence ambiante pose de nouveaux défis pour la définition de nouvelles techniques d'interaction explicite entre le système et l'utilisateur, elle pose aussi le problème aigu de l'interaction incidente, invisible et implicite.

Interaction incidente, invisible et implicite : extension des modalités de la coopération homme-machine

L'interaction incidente renvoie à des situations d'interaction « dans lesquelles des actions sont réalisées de manière non-finalisée et/ou dans lesquelles des signes sont interprétés de manière à influencer/améliorer/faciliter les interactions futures ou la vie quotidienne de l'acteur » [Dix 02]. Un élément clé dans l'interaction incidente réside dans la distinction avec l'interaction finalisée dans laquelle un utilisateur poursuit explicitement un but. L'interaction incidente produit des effets de bord dont l'acteur peut être conscient, mais qui ne constituent pas ses objectifs premiers (ex : incrémenter un compteur d'accès lors de la consultation d'une page web ou déclencher l'éclairage lors de l'entrée dans une pièce). Ces effets secondaires ne sont pas seulement produits par des comportements manifestes de l'acteur ; ils peuvent être produits par des manifestations non-conscientes, notamment physiologiques, de son activité (fréquence cardiaque, saccades oculaires,...). Ces éléments peuvent être captés et interprétés par le système ambiant de manière à fournir un service adapté aux besoins supposés de l'utilisateur. En fonction de ces besoins, le système peut transmettre de l'information à l'utilisateur ou modifier certains paramètres de l'environnement. La notification de ses actions peut être explicite, mais elle peut également rester « invisible » (le passage dans une zone peut par exemple actualiser l'agenda d'un utilisateur de PDA sans que celui-ci soit systématiquement averti). Ce type d'action peut avoir un caractère implicite dans la mesure où l'utilisateur, compte tenu de sa connaissance du fonctionnement du système ambiant, peut s'attendre à cette actualisation automatique sans notification. Tout le problème consiste à faire en sorte que les attentes de l'utilisateur vis-à-vis de l'espace ambiant soient satisfaites et que par conséquent ce même utilisateur soit capable de comprendre et d'internaliser durablement mais sans effort, la relation entre ses actions et les effets secondaires qu'elles engendrent. En somme, l'équilibre entre interaction explicite et implicite, entre état observable et « invisible », reste un problème non résolu. Le contexte devrait servir de piste.

Modélisation du contexte des activités des utilisateurs

Une propriété fondamentale de la communication entre humains est qu'elle se déroule systématiquement dans un environnement particulier et dans un contexte spécifique. Ainsi dans une conversation, le sens des mots utilisés et l'enchaînement des tours de parole sont fortement déterminés par le contexte courant qui va dépendre pour partie de la nature de la situation d'interaction qui définit implicitement un cadre commun pour la communication. C'est la référence au contexte, et plus particulièrement aux informations communes d'arrière-plan liées au contexte, qui vont permettre aux interlocuteurs d'identifier le sens d'un mot ou d'une phrase à l'intérieur d'un champ de possibles parfois très étendu. Cette référence contextuelle ne nécessite généralement pas d'être explicitée entre interlocuteurs puisqu'elle est supposée partagée.

Dans le cas d'une interaction homme-système, la définition du cadre d'interaction est directement

lié à l'asymétrie a priori irréductible entre les agents : les capacités de traitement contextuel des situations par le système restent actuellement limitées à ce qu'un agent humain peut réaliser. Ceci explique que certaines initiatives du système se révèlent souvent fonctionnellement, temporellement et socialement inappropriées (une information non pertinente est transmise au mauvais moment par exemple). La modélisation du contexte des activités est donc la clé d'une solution générique pour l'adaptation des services à l'environnement et aux utilisateurs (besoins, préférence, mobilité). Elle peut faire appel à des connaissances massivement distribuées. Malgré les progrès marquants en ce domaine ces quelques dernières années, nous sommes encore loin d'une solution générique. En particulier, chaque système utilise une ontologie qui lui est propre, incapable d'interopérer au niveau sémantique, avec celles d'autres systèmes.

Ontologies de services

Une description à haut niveau d'abstraction du contexte, ainsi que des composants et services disponibles, doit être suffisamment riche pour qu'on puisse raisonner sur ces informations contextuelles et fonctionnelles afin par exemple d'inférer des alignements permettant de découvrir et composer des services, en fonction de la demande de l'utilisateur et/ou du contexte. Les ontologies proposent un cadre formel approprié pour spécifier des connaissances liées à un domaine d'application et faciliter la communication entre les machines et les humains pour le développement ou le déploiement d'applications liées à ce domaine. La recherche sur les alignements d'ontologies, nécessaires à l'interopérabilité sémantique, doit être poursuivie.

Analyse des usages

Les méthodes d'analyse des usages de systèmes techniques centrées sur l'activité des utilisateurs utilisent classiquement des dispositifs de traçage des opérations sur le système, complétées parfois d'observations instrumentées des actions de l'utilisateur hors système évalué (utilisation d'autres artefacts, communications avec des tiers, verbalisations spontanées ou provoquées,...). Ces traces enregistrées de l'activité sont ensuite utilisées sur le principe de l'autoscopie (technique d'autoconfrontation par exemple). Ces méthodes ont vocation à documenter les comportements manifestes et, dans le meilleur des cas, la signification attribuée par les utilisateurs à leurs actions. L'intrication des processus perceptifs, cognitifs, affectifs et sociaux dans des situations expérientielles utilisant des technologies interactives avancées posent des problèmes pointus relatifs à la méthodologie déployée pour cerner ces processus et évaluer la qualité du couplage structurel entre usagers et dispositifs technologiques. Les processus cognitifs et émotionnels sont en effet très intriqués dès qu'on approche l'expérience vécue par les participants ; il est alors problématique par exemple d'isoler les activités cognitives à visée épistémique (acquisition de savoirs et compréhension), des processus affectifs et identitaires qui les accompagnent ou les motivent. De plus l'interaction doit être considérée dans sa dimension multimodale, avec sa composante verbale mais aussi avec les gestes, mimiques, postures, les éléments prosodiques et la mobilisation des objets du monde, qui sont porteurs de sens pour les usagers. Ceci multiplie les types de données à considérer lors de l'évaluation et requiert par conséquent la mise en œuvre d'un dispositif d'observation, d'enregistrement et d'analyse adapté, facilement reconfigurable et mobile.

A3.4 Interaction entre les services et l'environnement physique

L'interaction entre services et environnement demande l'intégration et la commande de composants sensori-moteurs afin d'observer et de maîtriser l'état de l'environnement. Cette intégration exige que les positions et l'orientation des capteurs et des actionneurs soient connues, ainsi que le champ d'observation des capteurs et le champ d'action des effecteurs.

Capteurs et actionneurs

Il conviendra de développer des micro-capteurs/actionneurs ultra-sensibles et fiables utilisant des matériaux intelligents (piezo-résistifs, multi-ferroïques, magnétostrictifs) ou des technologies polymères pour la réalisation de micro-capteurs/actionneurs sur des supports souples (plastiques,

vêtements, matériaux cutanés,...).

Dans un système d'intelligence ambiante, les services recruteront les entités PACT afin d'agir sur et d'interagir avec le monde physique. Ces interactions peuvent inclure les dispositifs robotiques (mobiles ou fixes), les capteurs et actionneurs des dispositifs environnementaux (chauffage, éclairage, stores, affichages d'information), et les microcapteurs/actionneurs sertis dans les murs et le mobilier. Les capteurs-actionneurs devront implémenter tous les mécanismes d'auto-configuration, d'auto-réglage et d'auto-correction. Un capteur défectueux doit être isolé automatiquement du système : ses mesures erronées ne doivent pas être transmises, mais son comportement ne doit pas non plus empêcher les capteurs sains restants de fonctionner normalement.

Perception, action, décision, et interaction

L'intelligence est une caractéristique de l'interaction entre un agent et son environnement. Dans ce contexte, l'agent est le service. L'environnement est le monde physique et les humains qui l'occupent. Ses actions peuvent inclure de simples présentations d'information, la configuration de l'environnement, ou la manipulation ou transport d'objet physique ou entité vivante. Elles peuvent également s'étendre à la capacité de gérer les communications acoustiques et visuelles et à transporter des documents et du matériel. Il peut s'agir d'actions sur d'autres services comme le courriel ou l'agenda électronique ou sur d'autres dispositifs comme un robot compagnon.

Pour les interactions avec l'environnement physique, les services doivent être capables de déterminer l'état de l'environnement et de prédire les effets sur cet état de leurs actions. L'état de l'environnement est estimé par les capacités de perception en utilisant les mesures des capteurs. Les actions sont accomplies avec les actionneurs. La sélection et la coordination des capteurs et d'actionneurs pour assurer la perception et l'action constituent une forme de décision. Si la boucle de perception et action est assujettie à des contraintes temporelles fortes, nous pouvons parler d'interaction. L'interaction devient essentielle pour l'action en milieu instable ou imprévisible.

Les services doivent également pouvoir percevoir, agir et interagir avec les humains. L'interaction, personne-système inclut les interactions physiques, souvent avec une contrainte d'interaction fortement couplée due à l'imprévisibilité et aux instabilités intrinsèques aux êtres vivants. De plus, chez l'homme, il faut ajouter les dimensions sociales et linguistiques. Un défi important pour les services est d'éviter de perturber les humaines ou de provoquer les états de gênants comme la frustration ou l'irritation.

Pour éviter les ruptures de leurs interactions avec les humaines, les services ambiants auront besoin de respecter de comprendre les respecter les protocoles de l'interaction sociale. Ils doivent être capables de maintenir un modèle de leurs utilisateurs et de leurs activités. Ce modèle peut inclure l'identité des individus, une estimation de leur position et de leurs trajets, leurs relations spatiales ou sociales ainsi qu'une reconnaissance de leurs activités, la compréhension de leurs gestes, de leur attitude émotive, de la manipulation d'objets, et des interactions entre humains et autres entités vivantes. La perception pose le problème de la fusion de représentations partielles incertaines, et cela de manière massivement répartie, à tous les niveaux d'abstraction.

Jeux de données de très grande taille

Les réseaux de capteurs sont appelés à produire des jeux de données de taille très importante et de nature hautement combinatoire qu'il convient de maîtriser par des traitements optimisés. Par exemple, le calcul d'itinéraires de véhicules pour la collecte des déchets ou le transport de passagers dans une zone géolocalisée, ou encore la gestion de l'énergie dans l'habitat par coordination de la production et de la consommation. L'interconnexion des services ambiants avec les très gros calculateurs et grilles de calcul doit ici être envisagée de manière fluide.

Si l'on observe des avancées dans chacun des défis cités ci-dessus, nous n'avons pas pour autant bâti des ensembles cohérents y compris pour les champs d'application pressentis.

Annexe 4 : Des champs d'application

Tous les rapports [Arago 07] et appels d'offre autour de l'intelligence ambiante s'accordent sur l'étendue et la diversité des champs d'application. Nous en présentons quelques-uns ici qui nous paraissent couvrir des besoins ou des enjeux sociétaux importants.

<les secteurs d'activités sont présentés ici comme des champs d'application et sont caractérisés par la nature des services offerts, mais ne pourrait-on pas compléter le document en identifiant les enjeux associés : sociétaux, économiques, stratégiques et en essayant de les quantifier, quand c'est possible>

A4.1 Les transports

Le domaine des transports concerne naturellement toute forme d'usage de l'intelligence ambiante. Tous les modes de transport, qu'ils soient individuels (voiture, camion, moto...) ou collectifs (train, avion, bus/car, bateau...), de voyageurs ou de marchandises, sont appelés à rentrer dans une nouvelle ère grâce à l'avènement de l'intelligence ambiante. L'enjeu, des systèmes de transport plus sûrs, plus fiables, plus performants, plus confortables, mieux adaptés aux besoins de tout un chacun et aussi mieux organisés, mieux gérés.

Ne seront pas touchés uniquement les transports en soi, mais également leurs infrastructures : les autoroutes, les systèmes de signalisation, les aéroports, les gares...

Dans le domaine du transport de voyageurs, quel que soit le mode de transport, l'intelligence ambiante touchera l'ensemble de la chaîne du voyage: depuis le foyer où le voyageur organise son voyage, jusqu'à son lieu de destination, en passant par chacun des déplacements et périodes d'attente qu'il aura le long de son voyage. De même, dans le domaine du transport de marchandises, tous les éléments de la chaîne pourront être améliorés.

Dans les deux paragraphes qui suivent quelques perspectives ouvertes par l'intelligence ambiante dans le cas de la voiture et du train sont présentées succinctement à titre d'exemple.

Les transport individuels : exemple de la voiture

Les grandes marques automobiles travaillent depuis longtemps sur le concept de la voiture intelligente. Des voitures qui intégreront de plus en plus de capteurs et surtout, qui le feront d'une façon plus intelligente, afin d'améliorer la sécurité (qu'elle soit active ou passive, surveillance de l'état du conducteur, surveillance de la route, détection d'obstacles, prise en compte des conditions météo...), la fiabilité (détection et tolérance/adaptation aux pannes...), mais aussi afin de permettre de plus en plus d'interactions entre le véhicule et le reste du monde. Ainsi, la voiture dialoguera avec le foyer (pour télécharger la fiche du voyage, les contenus multimédia que les passagers souhaitent avoir à disposition pendant leur voyage...), avec la ville, la route et ses infrastructures (prise en compte de la signalisation en vigueur dans le lieu où l'on se trouve, réception d'une alerte « accident à deux km »), avec l'atelier ou le magasin d'essence (pour indiquer le type de carburant, s'identifier et donner les coordonnées du conducteur...), avec les autres voitures (propagation en réseau ad-hoc d'une alerte accident), et naturellement, avec le conducteur et les autres passagers (afficheur tête haute, utilisation du langage naturel –reconnaissance et synthèse de la parole- afin de simplifier les interactions, ajuster le confort des sièges selon le profil de chacun des passagers...).

Les transports collectifs : exemple du train

Dans [Sanz 07] la vision de la SNCF sur l'informatique diffuse était présentée, à partir des leçons apprises dans un certain nombre de projets de recherche touchant aux évolutions des nouvelles technologies de l'information et de la communication. L'approche de la SNCF est celle de la continuité de services tout le long de la chaîne du voyage. Le temps de transport ne doit pas être un temps perdu, mais un temps profité, un temps utile, un temps valorisé, que ce soit pour travailler,

pour s'entretenir ou se divertir, voire pour se relaxer ou se reposer, dans un environnement confortable et adapté à ses besoins. Proposer un tel choix représente donner accès au voyageur à toutes les informations, contenus et services auxquels il est habitué ailleurs (à la maison, à l'hôtel, au bureau...). Pour cela, la SNCF travaille sur des gares et des trains plus intelligents, qui adapteraient leurs services pour chaque utilisateur en prenant en compte son contexte, mais aussi sur les services facilitant l'organisation du voyage, les trajets domicile/gare, les autres modes de transport intervenant dans le voyage (l'intermodalité), les services mobiles... D'autres domaines ouvrant de vastes perspectives pour l'intelligence ambiante sont également traités comme :

- L'accessibilité : améliorer l'orientation et l'information des personnes handicapées, faciliter leur accès et leurs déplacements dans les gares et à bord des trains. Faire des gares et des trains de demain des espaces pour tous.
- Les applications métier : en gare, à bord des trains, dans des centres de triage, dans des ateliers, dans des magasins, dans des bureaux...
- Les réseaux de capteurs en gare et à bord : contrôle-commande d'équipements à distance, collecte de mesures, interconnexion d'équipements... Voici quelques applications : M2M, télé-maintenance, maintenance proactive, confort en gare et à bord (climatique, éclairage, sonore), contrôle d'accès, bâtimentique, remplacement de câbles sur des capteurs existants...
- Les interfaces homme-machine de nouvelle génération et en particulier les interfaces homme-machine multi-sensorielles.
- La logistique et les wagons de Fret intelligents.
- L'amélioration de la sûreté au travers de la mise en place d'une vidéo-surveillance intelligente dans les gares et à bord des trains

Les projets de recherche présentés dans [Sanz 07] montrent que le monde des transports collectifs sera touché par tous les principaux domaines d'application de l'intelligence ambiante :

- Ce n'est plus à l'utilisateur d'aller vers l'information mais à l'information (au service) d'aller vers l'utilisateur. On recherche à démultiplier les supports (les "canaux de diffusion" de l'information) afin d'augmenter les possibilités d'atteindre chaque utilisateur et permettre ainsi à celui-ci de choisir de quelle façon accéder à l'information.
- Besoin de mécanismes d'adaptation des contenus automatiques : la démultiplication des types de terminaux (qui semble s'accélérer ces derniers temps), ainsi que des technologies d'accès, montrent le besoin de services adaptatifs, de plates-formes de services capables d'adapter les services à la fois aux caractéristiques du terminal utilisateur et aux caractéristiques du lien de communication utilisé.
- Besoin de mécanismes de découverte de services automatiques.
- L'interface avec l'utilisateur pourrait être son « compagnon mobile » : de la multiplicité de terminaux nomades actuels on observe une tendance d'aller vers le terminal "à tout faire". Chaque utilisateur en aura un seul, mais il y en aura une infinité de types... Chaque terminal aura tendance à devenir aussi unique que son utilisateur. Le terminal à l'origine de ce terminal "à tout faire" de demain sera sans doute le téléphone portable.
- Besoin, dans certains contextes, d'humaniser les services : des interfaces homme-machine vers les interfaces homme-homme au travers de la machine.
- Besoin de contextualiser et personnaliser les services.
- La géolocalisation est l'un des paramètres de contexte les plus pertinents. Des avancées sont nécessaires dans le domaine de la géolocalisation indoor. Vers des techniques plus précises (à base de tags radio faible portée par exemple), mais réalistes industriellement en termes de coûts d'acquisition, d'installation et de maintenance.
- Vers le « on demand » :
 - en gare : je reçois les services et informations que j'ai présélectionnés ; qui prend mon train ? y a-t-il des copains à moi dans la gare ?

- à bord du train : mon siège (son ergonomie, son éclairage) s'adaptent en fonction de mes préférences ; j'ai accès aux services et contenus qui m'intéressent ; quelqu'un veut partager un taxi avec moi à l'arrivée ?
- Besoin de respecter la vie privée des utilisateurs, même si l'on cherche uniquement à lui proposer un meilleur accès à l'information, un meilleur service... il faut que l'utilisateur puisse garder le contrôle sur ce qui lui est proposé.
- Les réseaux mobiles de demain pourraient mettre à contribution les équipements des utilisateurs. On aura alors des réseaux qui "respirent", des réseaux dont la dimension et la puissance dépendent de la présence d'utilisateurs. Les utilisateurs de ces réseaux peuvent être vus comme des "bulles communicantes" qui interagissent les unes avec les autres, ce qui ouvre des perspectives très intéressantes en matière d'usages (rapports entre utilisateurs, rapport des utilisateurs avec les infrastructures et avec les fournisseurs de services présents dans un lieu).
- Pour que les transports puissent être intelligents, ils devront être tout d'abord communicants.

Ces différents constats permettent de montrer comment dans le seul domaine des transports, une très large panoplie d'applications de l'intelligence ambiante sont possibles... En fait, les besoins vont être très proches de ceux identifiés pour les autres environnements de la vie des utilisateurs (la maison, le bureau...). On en conclut que l'objectif de l'intelligence ambiante est d'être, à terme, omniprésente (présente partout et toujours disponible), afin de simplifier la vie de l'utilisateur à travers un accès plus intelligent et ciblé aux services, à l'information, aux données... et cela, où qu'il se trouve, même à bord d'un mobile circulant à 320 km/h.

A4.2 Le bâtiment intelligent

Le domaine du bâtiment intelligent concerne toute forme d'usage de l'intelligence ambiante pour améliorer la qualité des bâtiments et la qualité de vie de leurs occupants : gestion de l'énergie, maintenance, nettoyage, sécurité, santé, autonomie des personnes âgées ou handicapées, vie de la famille, loisirs, activités professionnelles, logistique et bien d'autres exemples. Nous examinons ici les facteurs qui ont bloqué l'émergence de la domotique et comment l'intelligence ambiante offre de nouvelles perspectives de progrès dans ce domaine.

Avant la domotique

Notre habitat a constamment évolué au cours des siècles, subissant parfois des transformations majeures au gré des progrès technologiques. L'introduction populaire de l'électricité dans les habitats au début du 20^{ième} siècle a déclenché une véritable révolution. L'éclairage électrique suivi d'une multitude d'appareils électroménagers ont envahi progressivement les habitats, bouleversant profondément le style et la qualité de vie des citoyens des pays modernes. Il y a une vingtaine d'années, la domotique a été présentée comme une révolution du même ordre que l'électricité sans toutefois rencontrer le succès escompté.

La domotique et facteurs bloquants

Le marché traditionnel de la domotique concerne l'utilisation de l'automatisation pour la commande des systèmes de chauffage, des lumières et des stores, fondée principalement sur des systèmes à horloge. Nous trouvons aujourd'hui des produits domotiques dans les catalogues des groupes comme Legrand, Hager, Schneider et Delta Dore. Ces produits s'appuient généralement sur une logique d'automates câblés dans les panneaux des disjoncteurs qu'installent des électriciens qualifiés. La domotique n'a pas bouleversé notre quotidien pour plusieurs raisons. Tout d'abord, les produits de domotique sont souvent coûteux, difficiles à mettre en place et à adapter aux habitants. La fiabilité constitue un second facteur bloquant. Enfin, l'expérience montre que la plupart des services proposés ne sont pas suffisamment attractifs pour inciter les occupants à réaménager leur habitat.

Le bâtiment comme fournisseur de services

Nous pensons que l'intelligence ambiante permet d'envisager une rupture majeure, comparable dans son échelle à celle de l'électricité dès l'instant où les bâtiments sont vus comme des fournisseurs de services fondés sur des fédérations dynamiques de dispositifs autonomes doués de capacités de perception, d'action, de communication et de traitement (PACT). L'introduction de dispositifs PACT rend possible la création de services dans plusieurs domaines comme la sécurité (protection des personnes et des biens), la santé, le nettoyage, la maintenance, la logistique, les loisirs, la communication, la gestion d'énergie, la vie de la famille, les bâtiments de commerce, les bureaux intelligents, et l'autonomie des personnes fragiles. Nous illustrons notre réflexion sur certains d'entre eux choisis pour mettre en évidence les capacités et lacunes de l'état de l'art scientifique actuel.

Gestion d'énergie

Un service de gestion d'énergie a comme objectif d'assurer une utilisation efficace de l'énergie dédiée à la qualité de l'environnement interne et externe du bâtiment. L'approche classique de la gestion d'énergie repose sur un asservissement entre capteurs et actionneurs câblé à la main. De telles installations sont chères à concevoir et à installer, et souvent inefficaces parce qu'il est quasi-impossible pour l'architecte ou le technicien d'installation de prévoir avec précision les effets des actionneurs. Des effets temporels peuvent engendrer des instabilités dans les commandes. De plus, un tel système est incapable de s'adapter au vrai usage de l'espace, et est incapable de prédire et d'anticiper les besoins humains.

Dans la vision intelligence ambiante, grâce aux nanomatériaux qui seront utilisés comme murs, l'occupant (ou le système) pourra déplacer les fenêtres en fonction de l'ensoleillement et des saisons. Avant d'en être là, il conviendra de traiter les points suivants : (1) Inventer de nouveaux actionneurs électroniques autoprotégés et communicants pour assurer la qualité et le rendement maximal de la conversion de l'énergie électrique tout en favorisant l'émergence d'architectures électriques nomades, versatiles et durables. (2) Au-delà des capteurs de mesure de la température, des niveaux lumineux et sonore, détecter la présence humaine et s'articuler à des dynamiques d'activités variables, détecter également la présence animale ou celle d'autres dispositifs. (3) Les capteurs pouvant enfouis dans un dispositif mobile ou une entité biologique, il faudra être capable de déterminer dynamiquement la localisation des capteurs de façon à associer les valeurs captées aux emplacements du bâtiment. Pour les actionneurs, il s'agit d'associer les endroits dans le bâtiment affectés par une action ainsi que l'ampleur de cet effet : commandes de chauffage ou de refroidissement, de mouvement des stores, volets et autres moyens passifs de réglage de température, circulation d'air, ascenseurs, ambiance musicale et lumineuse, mais aussi tout moyen de communication et de présentation de l'information.

La vie de la famille

Aldrich [Aldrich 03] définit une Maison Intelligente (Smart Home) comme une résidence équipée de technologie informatique qui anticipe et répond aux besoins de ses occupants en essayant de promouvoir leur confort, leur bien-être, leur sécurité, et leur détente grâce à la gestion de la technologie à l'intérieur de la maison et les connexions avec le monde extérieur. On convient de distinguer [Mackay 07] : (1) Les services-outils répondent à la commande d'une manière prévisible et robuste afin de maintenir un certain confort en présence de l'homme : sécurité des portes ou l'accès à distance. (2) Les services-partenaires appliquent leur intelligence à l'interprétation des données et à la collaboration avec l'homme : conseil fondé sur l'observation de nos habitudes, interaction affective avec un robot pour pallier l'isolement des personnes âgées ou handicapées. (3) Le service-média assure la communication interpersonnelle et le loisir : système d'immersion acoustique qui s'adapte aux déplacements des occupants, service de vidéo-téléphonie sensible au contexte et capable de déterminer quand, et par qui, nous pouvons être contactés.

Bâtiment commercial

Les applications de l'intelligence ambiante au commerce peuvent inclure l'assistance aux clients, la gestion des stocks, du personnel et des processus commerciaux. Pour l'assistance au client, l'objectif est semblable à la collecte passive de données pratiquée actuellement dans le commerce électronique. La collecte passive d'information sur les mouvements et gestes du client permettra de construire une description de ses intérêts, goûts et objectifs afin de lui proposer des offres commerciales ciblées ainsi que faciliter ses actes commerciaux. Dès qu'un produit est sélectionné par un client, son remplacement peut être programmé dans la gestion du stock. La collecte sur toutes les opérations commerciales permet d'évaluer l'efficacité de l'organisation spatiale du lieu commercial (le floorplan), ainsi que l'efficacité des publicités et points de vente. La collecte sur les tendances des clients rend possible l'anticipation des marchés. La gestion du personnel permettrait de détecter des problèmes d'organisation dans les affectations des tâches, de même, minimiser les pertes liées aux vols.

Bureau Intelligent (Smart Office)

Les applications de la bureautique concernent les outils pour améliorer l'efficacité du travail individuel, le travail en groupe et la gestion de l'entreprise. Pour le travail individuel, il devient possible de collecter un carnet d'activités permettant à la personne de retrouver facilement trace de ses activités. Il est possible d'aider l'individu dans la gestion de ses tâches, de lui offrir de nouveaux dispositifs et modes d'interaction en matière d'information et de communication, voire d'estimer sa disponibilité pour le protéger des interruptions. Pour les groupes, l'intelligence ambiante peut offrir des outils de collaboration en présenciel et à distance, garder trace des activités, produire automatiquement un relevé des décisions de réunion. En gestion d'entreprise, la collecte d'information peut être exploitée pour modéliser le flux du travail afin d'optimiser son organisation et son rendement.

Assistance à l'autonomie des personnes âgées, handicapées ou fragiles

L'intelligence ambiante a un rôle sociétal important à jouer dans les services d'assistance à la personne pour le maintien de l'autonomie des personnes fragiles à domicile, pour la rupture de leur isolement, qu'il s'agisse de personnes âgées, de personnes souffrant de déficits cognitifs, de personnes sur le point de devenir fragile ou temporairement handicapées : détection de situations potentiellement dangereuses et déclenchement des moyens palliatifs locaux en plus des secours éventuels ; suivi de l'activité pour la santé et la sécurité (l'actimétrie) ; assistance de confort avec assistance (via des robots par exemple) aux activités de la vie quotidienne ; palliatif à l'isolement : sentiment de présence et de réconfort, rupture du sentiment de solitude, d'isolement ; détection de signes avant-coureurs de fragilité.

Accueil, renseignement et guidage

Tous les bâtiments professionnels ont un service d'accueil et de renseignement. Ces fonctions pourraient être automatisées, enrichies, et personnalisées. Par exemple, les renseignements pourraient être donnés dans la langue du visiteur. La signalétique pourrait elle aussi s'adapter dynamiquement aux visiteurs. D'autre part, une fonction de guidage interactif, non disponible actuellement, pourrait être réalisée grâce à l'intelligence ambiante et aux techniques de personnalisation en communication personne-système. Aux fonctions et présentations de type GPS pourraient s'ajouter des indications vocales, textuelles, ou gestuelles.

Sécurité

Beaucoup de bâtiments sont dotés de services de sécurité et de dispositifs spécifiques associés (caméras, micros, détecteurs de métaux...). Ils sont notoirement insuffisants, en particulier dans les aéroports où le traitement des objets (recherche d'explosifs et d'armes) et l'examen trop rapide des personnes laisse passer beaucoup d'objets et de personnes indésirables. Il serait possible de les renforcer considérablement par des logiciels d'analyse de séquences vidéo (sous réserve

d'adaptations législatives), et d'interrogation (dans la langue des visiteurs, ne pouvant alors prétendre ne pas comprendre), couplés à des systèmes de recherche d'information et de question-réponse (mais bien prendre en compte le problème de l'interopérabilité des fichiers et loi informatique et liberté).

Certaines concrétisations de cette vision commencent à apparaître. La plupart du temps cependant, les équipements « intelligents » demeurent peu autonomes et coopèrent avec un nombre réduit de dispositifs. Les interactions avec les utilisateurs sont limitées, difficiles à personnaliser, voire inadaptées. Dans le domaine de la santé, l'aspect « médical » de ces dispositifs renforce chez la personne le sentiment de fragilité. En l'occurrence, la conception (design) d'objets a son rôle à jouer pour en améliorer l'acceptabilité.

A4.3 Les situations de crises

Citons la prévention et la gestion de crises : avalanches, incendies, glissement de terrains, inondations.

Système ambiant de cartographie pour situation de crise

Une cartographie pour situation de crise donnera la possibilité d'obtenir la "carte" d'une zone accidentée, endommagée, critique, inconnue ou inaccessible. L'interaction de nombreuses entités PACT dispersées dans la zone fournira les informations nécessaires comme la localisation de personnes en danger (avec évaluation de la situation), de personnes spécifiques (un docteur par exemple), la présence d'incendies, de produits toxiques, d'inondation, la présence de lumière et d'électricité. Au début de la situation de crise, les PACT sont partiellement ou totalement désorganisés. Ils doivent de manière autonome (ou semi-autonome) reconstruire dynamiquement une organisation efficace pour répondre aux multiples besoins de la situation.

Nous pouvons imaginer un urgentiste arrivant sur les lieux et lançant sur son PDA une requête de cartographie de la zone. Son PDA va alors essayer de communiquer avec les *PACT accessibles* dans son champ d'action (BlueTooth en direct ou wifi) et leur transmettre la requête qui sera propagée aux autres *PACT* de façon autonome et coopérative jusqu'à couvrir au mieux et dans la limite des possibilités d'interconnexion toute la zone. Chaque *PACT* traite les demandes en fonction de ses capacités (de perception, de décision et d'action). Des informations pertinentes et fiables doivent être fournies au demandeur en temps réel. On assiste à une construction distribuée d'une vue opérationnelle de la zone critique grâce à la coopération entre *PACT*.

Des demandes peuvent également provenir des personnes sur les lieux, en danger ou bloquées, ou limitées dans leur accès à l'information. L'ensemble des *PACT* peut alors se charger de satisfaire au mieux dans cette situation dégradée les besoins des utilisateurs. Un médecin sur les lieux peut par exemple être identifié rapidement (son PDA ayant intégré son profil de médecin et étant autorisé à le diffuser en situation de danger) et dirigé vers la victime la plus proche ou la plus en danger immédiat (il peut y avoir une évaluation distribuée coopérative de la victime prioritaire, ce qui permet de gagner du temps pour le médecin).

A4.4 Les systèmes ambiants en extérieur

Sécuriser un parcours en ville ; Sécuriser un parc ; Guider des personnes handicapées (mal-voyants ou mal-entendants) ou fragiles (personnes âgées).

Annexe 5 : Le projet FET PERADA-PANORAMA, un exemple d'articulation transverse

Dans un cadre prospectif touchant aux innovations et ruptures technologiques dans les TIC à échéance de 5 à 10 ans, le FP7 a notamment soutenu le programme Perada (http://cordis.europa.eu/fp7/ict/programme/fet_en.html). Perada (« PERvasive ADAPtation ») traite de l'informatique ubiquitaire, d'intelligence ambiante, des objets communicants, etc. Son but est de fonder les bases technologiques sur lesquelles pourront se développer des projets plus finalisés en termes de produits industriels et d'usages sociaux. À l'instar de sièges automobiles capables de recueillir des données sur l'état de fatigue d'un conducteur, ou d'équipements pour pompiers capables de les aider à se coordonner en milieu hostile et saturé (fumées en milieu clos ...).
http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fet-proactive/perada_en.html#what

Au sein de Perada se trouvent sept « projets » :

- Six dédiés à des recherches et développements :
 - o <http://www.allow-project.eu/>
 - o <http://www.uni-ulm.de/in/atrac>
 - o <http://fronts.cti.gr/>
 - o <http://reflect.first.fraunhofer.de/>
 - o <http://www.social-nets.eu/>
 - o <http://www.symbion.eu/>
- Et un –nommé Panorama- qui vient les assister sur des aspects relationnels avec le monde extérieur. Panorama a également comme son nom l'indique vocation à fournir un panorama exhaustif et cohérent sur le contenu des six autres projets. Cette fonction s'apparente à une forme de veille interne, destinable à des partenaires externes ultérieurs.
<http://www.perada.eu/>

L'articulation entre Panorama et Perada ne relève pas d'une structure hiérarchique impliquant pour Panorama des fonctions de gestion des autres projets de Perada. Cette articulation est au contraire transverse. Panorama vient assister et compléter ces projets sur plusieurs facettes :

- Les synthétiser dans leur démarche, leur méthodologie, leurs présupposés techniques, leur parti pris retenu de développement, etc. Le but étant ici triple :
 - o Tout d'abord dresser un état des lieux capable de formaliser et représenter leurs trajectoires : aller de tel état de l'art vers tel autre, par tel moyen, basé sur tel pari technique, telle vision.
 - o Sur cette base, élaborer un second outil cette fois comparatif, capable de souligner soit les convergences et divergences (techniques ou intellectuelles) entre projets indépendants, soit leurs différences, leurs redondances, etc.
 - o Enfin, avec plus d'incertitude eu égard à la difficulté d'un tel exercice, identifier des « espaces vides », tel par exemple le fait que pour un objectif séparément suivi par plusieurs laboratoires, aucun n'ait retenu telle option technique (en prolongement, comprendre si aucun ne la juge crédible, ou si elle mériterait d'être réétudiée).
- Informer les partenaires susceptibles d'être intéressés par les futures applications de ces projets : industriels, inventeurs, utilisateurs individuels, syndicats professionnels, organismes de normalisation, autorités de régulation, etc. Ceci implique préalablement de les identifier, de les approcher. Et implique ensuite de créer un cadre pérenne où ils trouveront l'information utile, par exemple s'ils envisagent de lancer des transferts de technologie ou des partenariats plus larges. Ce cadre peut consister en ateliers, séminaires,

mises en relation directes. Il ne s'agit pas là d'une action de valorisation finale (tel qu'acquérir des licences relatives à ces innovations), mais amont, lançant des passerelles.

- Aider à la transcription de ces innovations dans des textes à portée pratique, relevant du monde industriel et commercial : par exemple inciter les comités de normalisation à s'y pencher. Ceci nécessite de les aider à prendre conscience des tenants juridiques ou sociologiques s'attachant à ces innovations : risques pour la vie privée, aspect de sécurité ou de sûreté, métrologie, etc.
- Former (ou au moins une sensibilisation technique) d'autres chercheurs, futurs utilisateurs de ces innovations, par exemple via des universités d'été ou des stages, où les développeurs des projets effectueront un transfert de savoir-faire. La cible pouvant être des doctorants, des chercheurs, des enseignants ou des responsables de veille technologique d'entreprises, etc.
- Les faire connaître du public averti (l'expression grand public pouvant se justifier, quoique n'en concernant souvent qu'une partie). Ceci peut emprunter des voies telles que nourrir la presse en articles, animer un site internet dédié ou nouer des relations avec par exemple des équivalents de ce que sont en France le Palais de la Découverte ou la Cité de la Vilette, pour initier des actions pédagogiques ou de sensibilisation.

Cette capacité à toucher des partenaires externes, à les rapprocher des six projets dans une perspective de coopération et de multiplication des usages, relève grandement d'une fonction de « création de communautés » réunissant industriels, chercheurs et utilisateurs.

Bibliographie

- [Aldrich 03] F. Aldrich, "Smart Homes: Past, Present and Future", in Inside the Smart Home, Springer Verlag, 2003.
- [Allen 06] C. Allen, W. Wallach, I. Smith, "Why Machine Ethics?", IEEE Intelligent Systems, 21(4), pp. 12-17, 2006.
- [Bell 06] G. Bell, P. Dourish, "Yesterday's tomorrows: notes on ubiquitous computing's dominant vision", Personal and Ubiquitous Computing, 2006 -
<http://www.ics.uci.edu/~jpd/ubcomp/BellDourish-YesterdaysTomorrows.pdf>
- [Blomac 08] F. de Blomac, T. Rousselin, « Sous surveillance ! Démêler le mythe de la réalité », Les carnets de l'info 2008.
- [Cook 03] Diane J. Cook, Michael Youngblood, Edwin O. Heierman, III, Karthik Gopalratnam, Sira Rao, Andrey Litvin, Farhan Khawaja, "MavHome: An Agent-Based Smart Home," percom, p. 521, First IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom'03), 2003.
- [Dix 02] A. Dix, "Beyond interaction - pushing boundaries with incidental interaction", Building bridges; Interdisciplinary Context-Sensitive Computing, Glasgow University, 9 sept. 2002.
- [Gorbet 98] M.G. Gorbet, M. Orth, I. Ishii, "Triangles: Tangible interfaces for manipulation and exploration of digital information topography", in Proc. CHI'98, Computer Human Interaction, ACM Press, 49-56.
- [Helal 08] A. Helal, J. King, H. Zabadani and Y Kaddourah, "The Gator Tech Smart House: An Assistive Environment for Successful Aging," Book Chapter in "Advanced Intelligent Environments," H. Hagrass, Editor, Springer Verlag. To appear 2008.
- [ISTAG 01] IST Advisory Group, "Scenarios for Ambient Intelligence in 2010", European Commission, 2001.
- [ISTAG 03] ST Advisory Group, "Ambient Intelligence: from Vision to Reality", European Commission, 2003.
- [Mackay 07] W. Mackay et M. Beaudouin-Lafon, "Applications Domestiques", dans Informatique Diffuse, Rapport de l'Observation des Techniques Avancées, ARAGO 31, mai 2007
- [Punie 05] Y. Punie, "The Future of Ambient Intelligence in Europe: The Need for More Everyday Life", Communications & stratégies, n° 57, 2005.
http://www.idate.fr/fic/revue_telech/418/CS57_PUNIE.pdf
- [Rekimoto 01] J. rekimoto, B. Ullmer, H. Oba, « Data Tiles : a modular platform for mixed physical and graphical interactions », in Proc. CHI 2001, Computer Human Interaction, ACM Press.
- [Sanz 07] D. Sanz « Applications dans le monde des transports », dans Informatique Diffuse, Rapport de l'Observation des Techniques Avancées, ARAGO 31, mai 2007.
- [Schmidt 05] A. Schmidt, M. Kranz, P. Holleis, "Interacting with the Ubiquitous Computer -

Towards embedding interaction", in Proc. SoC-EuSAI' 2005, Grenoble, Oct. 2005.

[Weiser 91] M. Weiser. The Computer for the Twenty-First Century. Scientific American 265, 3 (September 1991).

Gouvernance

Organisations partenaires : Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, INRIA, CNRS, CPU, CEA, Institut des Télécom, DGA, ANR.

Nous proposons la mise en place d'un **comité de coordination** et d'un **comité scientifique de pilotage**.

1. Comité de coordination

Le comité de coordination inclut les organismes fondateurs. Son rôle est :

- de décider les grandes orientations scientifiques du «Plan Intelligence Ambiante»
- de nommer le directeur du «Plan Intelligence Ambiante»
- de nommer les membres du **comité scientifique de pilotage**, représentants des communautés scientifiques concernées
- de fixer, en fonction des différentes actions du «Plan Intelligence Ambiante», les répartitions financières incombant aux divers partenaires.

Proposition de composition de ce comité :

- Un représentant du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
- Un représentant du CNRS (au nom de plusieurs instituts du CNRS)
- Un représentant de l'INRIA
- Un représentant de la CPU
- Un représentant du CEA
- Un représentant de la DGA
- Un représentant de l'Institut Télécom
- Un représentant de l'ANR

Le comité de coordination se réunit au moins une fois par an.

Le comité de coordination nomme un **directeur de programme**, membre du **comité scientifique de pilotage**. Le directeur de programme est invité aux réunions du comité de coordination. Un soutien administratif au directeur de programme doit être prévu.

Ce comité de coordination peut relever du Groupe de Concertation Sectoriel (A3)

2. Comité scientifique de pilotage

Le **comité scientifique de pilotage** met en œuvre les orientations scientifiques décidées par le comité de coordination et rend compte à celui-ci des avancées et des réalisations. Il est composé de spécialistes du domaine. Il peut inviter des représentants des pôles de compétitivité intéressés par le sujet, ainsi que des représentants des conseils régionaux. C'est à lui que revient le pilotage des quatre actions identifiées dans le rapport : sélection des chantiers prioritaires ; création, développement du réseau de laboratoires ou d'équipes ; mise en place d'une structure ouverte d'animation ; développement d'une plate-forme d'expérimentation nationale.

Rôle du comité scientifique de pilotage :

- *Actions 1 et 2* :
 - o Soutenir et coordonner les travaux effectués dans le cadre du «Plan Intelligence Ambiante» par les différents laboratoires ou équipes répartis sur le territoire.
 - o S'assurer, en interagissant avec les organismes partenaires, que les orientations

scientifiques du «Plan Intelligence Ambiante» sont bien prises en compte par ces derniers

- *Action 3* : La structure ouverte d'animation est sous la responsabilité du directeur du «Plan Intelligence Ambiante». Le fonctionnement de cette structure ouverte peut se rapprocher de celui d'un GdR.
- *Action 4*: La mise en place et la gestion de la plate-forme d'expérimentation nationale (PIANO) est sous la responsabilité du directeur du «Plan Intelligence Ambiante». Ce dernier doit assurer la coordination nationale des « nœuds » locaux et des moyens demandés (financiers et humains). Il doit encourager l'échange des savoirs entre les projets œuvrant sur un même chantier. Pour ce faire, il peut s'appuyer sur les directeurs des laboratoires (ou leurs représentants) qui hébergent des équipes impliquées dans le «Plan Intelligence Ambiante», l'implication éventuelle des instances locales (par exemple via les projets CPER) étant gérée localement par ces directeurs de laboratoires.

Pour démarrer

Le Comité scientifique de pilotage s'appuie sur les experts qui ont rédigé le rapport. Les laboratoires (équipes) impliqués sont ceux identifiés dans ce rapport, déjà impliqués dans des projets européens et/ou des projets ANR relevant de l'intelligence ambiante. **Cette proposition ne vaut que pour un lancement efficace du programme. Comme l'indique l'échéancier présenté en section 3.7, il s'agit ensuite d'ouvrir le réseau et la plate-forme d'expérimentations à toutes les équipes/laboratoires pertinents faisant suite à un processus d'évaluation externe.**