

Acronyme	MoCA		
Titre du projet	<i>Mon petit monde de compagnons artificiels</i>		
Proposal title	<i>My little artificial companions world</i>		
Axe(s) thématique(s)	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 X 3 X 4 <input type="checkbox"/> 5		
Type de recherche	X Recherche Fondamentale <input type="checkbox"/> Recherche Industrielle <input type="checkbox"/> Développement Expérimental		
Types de projets spécifiques	<input type="checkbox"/> Plate-forme (cocher si ce projet est une mise en place/construction de plate-forme au sens de l'appel à projets)		
Coopération internationale	<input type="checkbox"/> Le projet propose une coopération internationale		
Aide totale demandée	816 525 €	Durée du projet	42 mois

1. RESUME DE LA PROPOSITION DE PROJET	3
2. CONTEXTE, POSITIONNEMENT ET OBJECTIFS DE LA PROPOSITION	4
2.1. Contexte et enjeux économiques et sociétaux	5
2.2. Positionnement du projet	7
2.3. État de l'art	9
2.3.1 Point de vue des personnages virtuels, des agents conversationnels animés et des modèles de personnalité	9
2.3.2 Point de vue de la robotique personnelle	10
2.3.3 Point de vue des IHM et de la prise en compte des usages et de l'utilisateur	11
2.3.4 Point de vue système multi-agents, interaction, planification	12
2.4. Objectifs et caractère ambitieux/novateur du projet	13
3. PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE, ORGANISATION DU PROJET	18
3.1. Programme scientifique et structuration du projet	18
3.2. Management du projet	19
3.3. Description des travaux par tâche	20
3.3.1 Tâche 0 : Management et valorisation du projet	20
3.3.2 Tâche 1 : Cadrage général et recueil des exigences utilisateur	21
3.3.3 Tâche 2 : Concepts et modèles	22
3.3.4 Tâche 3 : Développements	24
3.3.5 Tâche 4 : Evaluations grande échelle	26
3.4. Calendrier des tâches, livrables et jalons	27
3.4.1 Calendrier du projet : ordonnancement des tâches	28
3.4.2 Calendrier du projet : jalons	29
3.4.3 Analyse des risques et solutions de repli envisagées	29
3.4.4 Tableau récapitulatif des livrables	29
4. STRATEGIE DE VALORISATION, DE PROTECTION ET D'EXPLOITATION DES RESULTATS	30
5. DESCRIPTION DU PARTENARIAT	31
5.1. Description, adéquation et complémentarité des partenaires	31
5.1.1 Présentation des partenaires	31
5.1.2 Complémentarité des partenaires	33
5.1.3 Les partenaires compagnons virtuels et robots	34
5.2. Qualification du coordinateur du projet	35
5.3. Qualification, rôle et implication des personnels des laboratoires	35
6. JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DES MOYENS DEMANDES	36
6.1. Partenaire 1 : Laboratoire Lab-STICC	36
6.2. Partenaire 2 : Laboratoire LIG	37
6.3. Partenaire 3 : Laboratoire LTCI	38
6.4. Partenaire 4 : Laboratoire LIMSI	39
6.5. Récapitulatif financier du projet	39
7. ANNEXES	40
7.1. Bibliographie	40
7.2. Carte de positionnement du projet « MoCA » par rapport aux principaux projets français et européens relatifs aux compagnons artificiels	42
7.3. Exemple de trame de scénario d'usage	44
7.4. Biographies des responsables	45
7.5. Tableau détaillé des efforts en personnes.mois	46

1. RESUME DE LA PROPOSITION DE PROJET

L'une des tendances des vingt dernières années est la multiplication du nombre de dispositifs numériques utilisés dans le cadre de notre vie quotidienne ; cette dynamique, selon les études de prospective, va continuer à s'accélérer. Mais qu'il s'agisse de terminaux personnels multimédia, toujours plus sophistiqués, intégrant de plus en plus de capteurs, interconnectés, offrant des interfaces intuitives et multimodales de type personnages virtuels ou bien de robots domestiques spécialisés pour des tâches de surveillance ou de nettoyage, le constat est toujours le même : ces objets ne répondent que partiellement aux attentes des usagers. En effet, tous ces dispositifs ne disposent pas encore de la capacité à établir une *relation* avec l'utilisateur, alors que cette capacité est considérée comme le facteur clé pour apporter une valeur ajoutée significative dans la vie de tous les jours. Là où, dans l'histoire, l'outil est une extension de la main de l'homme, le collectif de dispositifs numériques modernes qu'utilise l'homme doit former une véritable extension de lui-même dans le monde qui l'entoure. Pour se faire, il doit pouvoir utiliser ce collectif, qui évolue sans cesse, comme une entité artificielle unique s'incarnant dans chacun des différents dispositifs. De la relation créée avec cette entité naîtra un *compagnon artificiel* qui devra être fiable, juste, altruiste, sûre, rapide, crédible et empathique.

Le projet « MoCA » est un projet de recherche fondamentale qui se focalisera sur l'étude des *compagnons artificiels* (personnages virtuels et robots personnels) et de leur *valeur* pour des usagers dans des situations de la vie de tous les jours. Les compagnons artificiels sont des systèmes interactifs intelligents destinés à entretenir une *relation* à long terme privilégiée avec l'utilisateur. Pour appréhender au mieux les concepts de *relation*, de *valeur*, de *personnalité*, et de *plasticité* des compagnons, quatre laboratoires de recherche en informatique aux compétences complémentaires (Lab-STICC, LIMSI, LTCI et LIG) ainsi que des expertises en plans d'expérimentation et psychologie seront mobilisées.

Le projet « MoCA » est original et novateur pour plusieurs raisons:

- Le concept de compagnon artificiel et la relation Humain-Compagnon seront approfondis et enrichis, en particulier grâce à la notion de personnalité
- Les représentants des communautés travaillant sur les robots cognitifs et affectifs, les personnages virtuels, les systèmes multi-agents et les interfaces homme-machine travailleront en synergie
- Le collectif de compagnons artificiels englobe des robots et des personnages virtuels ; c'est ce collectif qui forme le « petit monde de compagnons » dédié à un usager. Seul un collectif de compagnons connectés et interopérables est capable de garantir la permanence de l'accès au service de compagnonnage dans les situations de nomadisme
- La mise en œuvre des personnalités et comportements sur des dispositifs variés unitaires mais aussi dans le cadre d'un collectif ajoute un enjeu technologique

- L'approche retenue est expérimentale, avec un scénario d'usage de la vie quotidienne et plusieurs expérimentations à grande échelle. Le scénario choisi est celui de l'accompagnement (encouragement, soutien affectif, surveillance, etc.) des enfants à leur domicile.
- L'enjeu sociétal adressé est celui de l'amélioration de la qualité de la vie

Le projet, d'une durée de 42 mois, est organisé en cinq grandes tâches : une tâche (T1) de cadrage du projet et de recueil des premières exigences utilisateurs; une tâche (T2) pour les concepts et modèles de personnalité, de comportements et de plasticité des compagnons ; une tâche (T3) pour le développement de plusieurs démonstrateurs et d'un prototype de « petit monde » et enfin une tâche (T4) pour l'expérimentation et l'évaluation à grande échelle des différents démonstrateurs et du prototype réalisés. Ces quatre tâches principales sont complétées par une tâche (T0) dédiée à la coordination, à la valorisation du projet et de ses résultats.

Le coordinateur est le Professeur Dominique Duhaut du laboratoire Lab-STICC ; la demande de financement auprès de l'ANR est de 816 525 €.

2. CONTEXTE, POSITIONNEMENT ET OBJECTIFS DE LA PROPOSITION

Nous nous intéressons à l'étude des *compagnons artificiels* et à leur *valeur*¹ pour des usagers dans des situations de la vie de tous les jours. Les compagnons artificiels sont des systèmes interactifs intelligents destinés à entretenir une *relation à long terme* privilégiée avec l'utilisateur, par exemple en dialoguant, en lui offrant divers services ou encore en jouant. Ils peuvent adopter diverses incarnations : personnage virtuel sur un écran d'ordinateur, robot à la maison, ou application sur terminal de poche, afin d'être au plus près de l'utilisateur dans toutes les situations de la vie quotidienne, que ce soit au travail, dans les déplacements ou les loisirs.

Notre angle d'approche est d'étudier et d'expérimenter un collectif de compagnons artificiels (robots et personnages virtuels sur différents supports) au service d'un usager, dans un scénario d'usage de la vie quotidienne. Le cœur du projet concerne la *personnalité* des compagnons, personnalité qui s'exprime par *un ensemble de comportements stables et cohérents au cours du temps* (Mischel, Shoda, & Smith, 2004), notre hypothèse étant que la personnalité est un élément essentiel pour qu'une *relation à long terme* puisse exister entre un compagnon artificiel et un usager.

Notre étude portera à la fois sur *le concept de personnalité, sur les comportements associés à cette personnalité* et sur la *plasticité*² de ces comportements, c'est-à-dire sur leur adaptation au contexte d'usage dans le respect de la *valeur* attendue par l'utilisateur.

¹ Dans le domaine des interfaces homme-machine (IHM), le terme valeur est utilisé au sens « des bonnes propriétés pour l'humain », par exemple les bons services, l'utilisabilité, l'acceptabilité, etc.

² En IHM, la propriété de *plasticité* dénote la capacité d'une interface à s'adapter à son contexte d'usage.

Ce projet est de type recherche fondamentale car les notions de compagnon artificiel et de personnalité sont encore récentes et nécessitent d'être enrichies conceptuellement et formalisées. En effet, la communauté scientifique s'accorde pour dire que les dispositifs actuels n'ont pas encore la capacité à établir une relation à long terme avec l'utilisateur, alors que cette capacité est clé pour concevoir de véritables compagnons à valeur ajoutée dans la vie de tous les jours. Ce projet regroupe quatre laboratoires de recherche en informatique aux compétences scientifiques complémentaires : (1) robotique cognitive et affective, (2) agents conversationnels animés (ACA) et personnages virtuels³, (3) systèmes multi-agents (SMA) et modélisation des activités humaines, (4) plasticité des interfaces homme-machine (IHM) et programmation par l'utilisateur. Il intègre également des compétences en psychologie et psychologie sociale indispensables pour une bonne compréhension des concepts de *personnalité*, de *relation* et de *valeur*.

Le projet s'appelle « MoCA, *mon petit monde de compagnons artificiels* » en référence au scénario d'usage choisi qui est celui de l'accompagnement (surveillance bienveillante, rappels des consignes, réconfort, encouragement aux devoirs, etc.) d'un enfant par « son » monde de compagnons artificiels.

2.1. CONTEXTE ET ENJEUX ECONOMIQUES ET SOCIETAUX

Ces vingt dernières années la robotique de service et la télé-robotique se sont fortement développées, qu'il s'agisse de robots domestiques pour le nettoyage, de robots chirurgicaux, de robots de surveillance, de robots de manipulation ultra-précise, etc. Selon l'étude de prospective technologique « Technologies clés 2015 »⁴ le marché de la robotique, estimé à 11 milliards de dollars en 2005 pourrait passer à 30 milliards de dollars en 2015, avec un potentiel de services associés très important.

De la même façon, le marché des terminaux personnels multimédias, toujours plus sophistiqués, intégrant de nombreux capteurs et de plus en plus souvent interconnectés, a véritablement « explosé » avec des interfaces homme-machine enrichies grâce aux interfaces tactiles, aux technologies 3D, de réalité virtuelle, etc. qui offrent ainsi une interaction intuitive et multimodale. Toujours selon l'étude de prospective technologique « Technologies clés 2015 », l'un des enjeux est la création d'interfaces homme-machine pouvant créer de nouveaux types de relations entre l'homme et le dispositif.

Ces grandes tendances, combinées à d'autres lignes de force comme le cloud computing, l'hyper miniaturisation, etc. dessinent un bouleversement que certains n'hésitent plus à qualifier d'historique, comme Alex 'Sandy' Pentland, Directeur du groupe de recherche Human Dynamics au MediaLab : « L'humanité est au début du plus grand de tous les

³ Le terme ACA - selon la terminologie du groupe de travail français, le GT ACA qui leur est consacré [<http://www.limsi.fr/aca/>] - correspond au terme anglo-saxon ECA pour « Embodied Conversational Agent ». Nous emploierons indifféremment les termes « personnage virtuel » ou « ACA ».

⁴ [<http://www.industrie.gouv.fr/tc2015/>]

changements : grâce aux nouveaux systèmes alimentés par les capteurs et le numérique, nous réinventons tous les systèmes sociétaux bâtis à la fin du XIX siècle »⁵.

Ainsi, nous serons de plus en plus amenés à interagir avec des *compagnons artificiels*, c'est-à-dire des dispositifs autonomes, interactifs et intelligents, robots ou personnages virtuels. Mais que faut-il pour que ces nouveaux dispositifs entrent dans notre quotidien et créent de nouveaux types de relations entre l'homme et les dispositifs qui l'entourent ? Comment les créer pour qu'ils améliorent la qualité de vie des usagers, pas uniquement des technophiles, mais de tous ? En effet, la fracture numérique reste encore aujourd'hui importante entre les usagers les plus aguerris, à même de s'y retrouver dans des technologies éparses et complexes, et les autres, désarmées face à la complexité et la diversité croissante des dispositifs. Ces usagers « ordinaires » ont cependant tous la même attente de solutions de plus en plus *intuitives et centrées sur les usages, personnalisées* (pour et par l'utilisateur). De plus, le nomadisme se développant, la nécessité d'une permanence de l'accès à l'information ou du service, est incontournable et les besoins en *connectivité* et en *opérabilité* sont de plus en plus forts.

Le projet « MoCA » explore la *valeur* (Cockton, From quality in use to value in the world, 2004) (Cockton, Designing worth is worth designing, 2006) de ces nouveaux dispositifs dans la vie de tous les jours, réunis en un *collectif de compagnons* pour former ce que nous appelons « le petit monde de compagnons » de l'utilisateur. Une des questions qui se pose est : quel est l'invariant entre ces différents compagnons, permettant à l'utilisateur de reconnaître les compagnons de son monde comme étant les siens et à terme d'établir une *relation* avec eux, mais aussi de les distinguer de ceux des autres mondes ? Nous formulons l'hypothèse que la *personnalité* d'un compagnon, qui s'exprime par un *ensemble de comportements stables et cohérents au cours du temps* (Mischel, Shoda, & Smith, Introduction to personality: Towards an Integration, 2004), est un paramètre important. Nous étudierons la *plasticité de ces comportements*, c'est-à-dire comment ces comportements peuvent s'incarner selon les différents dispositifs (robots, personnages virtuels, appareils fixes ou portables) et comment ils s'adaptent au contexte d'usage dans le respect de la valeur attendue par l'utilisateur.

En ce qui concerne les enjeux sociétaux, les recherches sur les compagnons artificiels répondent classiquement aux points suivants :

- sécurité des biens et des personnes grâce à un suivi à distance,
- vieillissement de la population avec des solutions de e-santé permettant un maintien à domicile et avec des solutions d'accompagnement par le réconfort
- amélioration des services aux usagers, de leur confort et bien être dans la vie de tous les jours

Le projet « MoCA » se focalise sur l'amélioration de la qualité de vie quotidienne. Le scénario d'usage choisi sera celui de l'accompagnement (encouragement, soutien affectif, surveillance, etc.) des enfants à leur domicile.

⁵ article du quotidien Le Monde, mercredi 10 août 2011

2.2. POSITIONNEMENT DU PROJET

C'est sans doute dans le domaine de la robotique et plus particulièrement de la robotique humanoïde que la notion de compagnon artificiel est la plus visible. Le projet *Robot Companions for Citizens*⁶ est une des six actions pilotes retenues au titre des « grands challenges » européens du programme « FET Flagship » 2011. La phase préparatoire, de rédaction de la proposition finale, est en cours pour une durée de 12 mois (fin en avril 2012), et représente à elle seule un financement de 1,48 M€. Ce projet de très large envergure regroupe 10 partenaires (le CEA pour la France) et ambitionne de relever le défi sociétal « How to increase and maintain our quality of life in the future ? » via des robots compagnons. L'importance de ce sujet est tel, que le Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique vient de lancer le programme « Intelligent robot for improving the quality of life »⁷ (programme d'une durée de 12 ans avec un financement de 30 M€ pour les 4 premières années).

Le Japon et les Etats-Unis sont depuis de longue date des acteurs majeurs en robotique et les robots compagnons (robots humanoïdes ou robots d'inspiration animale principalement) progressent très rapidement. Au Japon, par exemple, l'agence japonaise pour l'espace travaille au développement d'un robot humanoïde compagnon⁸ capable de surveiller la santé des astronautes, de discuter avec eux pour lutter contre la solitude, ou encore de poster des informations sur les réseaux sociaux pour maintenir l'intérêt du grand public pour la mission ; il pourrait être envoyé dans l'espace d'ici 2013. Autre exemple japonais parmi bien d'autres, le robot Asimo⁹ de Honda qui joue avec des enfants.



D'autres robots compagnons n'ont pas une apparence humanoïde. Ainsi le robot Paro¹⁰ est un phoque en peluche qui a été utilisé avec succès pour des personnes âgées dans les maisons de retraite et pour des enfants en milieu hospitalier.

Aux Etats-Unis les robots sont souvent moins humanoïdes mais le souci de l'assistance aux personnes est le même. Par exemple le robot Pearl a été développé dans le cadre du projet

⁶ <http://www.robotcompanions.eu/home>

⁷ <http://www.nccr-robotics.ch/>

⁸ <http://search.japantimes.co.jp/cgi-bin/nn20110218a9.html>

⁹ <http://asimo.honda.com/>

¹⁰ <http://www.parorobots.com/>

Nursebot¹¹, pour assister les personnes âgées. Citons également le robot Kismet¹² développé au MIT par Cynthia Breazeal depuis de longues années ; il ne communique pas par le langage mais est capable d'expressions émotionnelles évoluées.

Bien d'autres projets de robots-compagnons pourraient être mentionnés ; citons juste pour finir un projet canadien, le projet Aiko¹³, qui vise à la création d'un robot humanoïde pour aider les personnes âgées dans la vie de tous les jours, que ce soit en faisant le café, en leur annonçant la météo, en leur faisant la lecture, ou encore en leur rappelant de prendre leurs médicaments.

Ces différents projets et programmes de recherche à long terme démontrent que les robots compagnons entrent dans notre quotidien pour relever le défi sociétal de l'amélioration de la qualité de vie.

Le concept de *compagnon* est aussi l'un des concepts clés dans les recherches portant sur des personnages virtuels. Le projet « Companions »¹⁴ est l'un des projets emblématiques financé par la Commission Européenne (programme FP6). Il a pour but de changer la façon d'interagir au quotidien avec un ordinateur ou internet en proposant l'usage d'un personnage virtuel conversationnel, expressif et doté de capacités de dialogue avancées lui permettant de s'exprimer de façon verbale et non verbale.

Le projet « Semaine »¹⁵ (programme européen FP7) a également pour objectif de construire un personnage virtuel conversationnel capable de percevoir les expressions faciales de l'humain, de restituer des feedbacks multimodaux, d'adapter ses stratégies conversationnelles et ainsi et de maintenir une interaction homme-machine prolongée. Du côté des Etats-Unis, on peut citer notamment deux groupes de recherche qui se consacrent depuis longtemps aux agents conversationnels : (1) le groupe « Affective Computing » dirigé par Rosalind Picard au MIT MediaLab¹⁶ qui mène en ce moment un projet « Learning Companion » visant à créer un compagnon pour aider les enfants à apprendre et (2) le groupe IntelliMediaLester de la North Carolina State University¹⁷, dirigé par James Lester, qui travaille sur plusieurs projets de création d'agents pédagogiques capables de tenir compte des émotions de l'utilisateur.

Alors que ces deux domaines de recherche (robotique et ACA/personnages virtuels) s'intéressent au concept de compagnon artificiel, on constate qu'il y a encore peu de synergie entre les communautés alors que leurs objectifs sont comparables : augmenter la qualité de vie, de l'interaction avec l'humain, voire trouver les clés d'une véritable relation entre l'homme et la machine. Les projets « Living with Robots and Interactive Companions » (LIREC, du programme européen FP7) et « Social Engagement with Robots and Agents »

¹¹ <http://www.cs.cmu.edu/~nursebot/>

¹² <http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/>

¹³ <http://www.projectaiko.com/>

¹⁴ www.companions-project.org

¹⁵ www.semaine-project.eu

¹⁶ <http://affect.media.mit.edu/projects.php?id=178>

¹⁷ <http://www.intellimedia.ncsu.edu/projects.html>

(SERA, du programme européen FP7) sont parmi les premiers projets à s'intéresser aux compagnons artificiels dans ces deux déclinaisons, robot et agent virtuel.

Positionnement du projet « MoCA » :

Le projet « MoCA » s'inscrit donc dans la dynamique des projets précédemment cités et des grands défis de recherche actuels. Il présente l'originalité de s'intéresser à la fois aux compagnons robots et aux compagnons virtuels, réunis en collectif, et centre les aspects scientifiques sur la *personnalité* des compagnons, les *comportements* associés et leur *plasticité*. Il adopte une démarche résolument tournée vers l'expérimentation et accorde une place importante aux aspects technologiques et de développement logiciel, ainsi qu'à l'évaluation de démonstrateurs et prototypes mis au point.

Le projet s'inscrit à la croisée des axes thématiques 3 « Interaction homme-système » et 4 « Robotique et interactions avec le monde physique » de l'appel à projets CONTINT. En effet, en ayant une approche intégrée de la collaboration et des interactions homme-ACA et homme-robot (robots, ACA sur écran, ACA sur terminal de poche) et en prenant en compte les aspects nomadisme de l'utilisateur, le projet « MoCA » s'intéresse aux nouveaux usages liés à la pénétration de ces dispositifs variés dans la vie de tous les jours. L'enjeu sociétal adressé est celui de l'amélioration de la qualité de la vie.

Une carte de positionnement de notre projet par rapport aux principaux projets de recherche français et européens relatifs aux compagnons artificiels est consultable en annexe 7.2.

Remarque : Le projet « MoCA » n'est pas dans la continuité d'un projet ANR précédent.

2.3. ÉTAT DE L'ART

2.3.1 POINT DE VUE DES PERSONNAGES VIRTUELS, DES AGENTS CONVERSATIONNELS ANIMÉS ET DES MODELES DE PERSONNALITÉ

Il y a une dizaine d'années, un nouveau courant de recherche a vu le jour centré autour de la définition et de la modélisation des *Agents Conversationnels Animés* (ACA). Les travaux pionniers autour de l'équipe de Justine Cassell¹⁸ au MIT, ou les conférences internationales spécialisées comme IVA (International Conference on Intelligent Virtual Agents) ou ACII (International Conference of the HUMAINE¹⁹ Association on Affective Computing and Intelligent Interaction) ou encore les thèmes des conférences généralistes comme AAMAS (International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems), pour ne citer qu'eux, sont représentatifs de ce courant.

Les ACA sont donc des personnages virtuels interactifs et expressifs, dont l'aspect est très souvent « humain », exploitant différentes modalités telles que la face, le langage, les gestes, le regard ou encore la prosodie de la voix. La multimodalité de l'expression est un des

¹⁸ <http://www.justinecassell.com/>

¹⁹ <http://emotion-research.net/>

aspects principaux dans le développement de ces agents. Ces recherches sont alimentées par celles conduites depuis une quinzaine d'années dans le domaine de l'Affective Computing. La prise en compte des émotions dans la conception d'ACA est un axe essentiel des recherches qui tendent à définir des agents autonomes, interactifs, expressifs et affectifs, support à une interaction augmentée entre l'homme et la machine.

En ce qui concerne les recherches sur la personnalité menées en psychologie, il est démontré que la personnalité influence le comportement et qu'elle est une propriété stable et fondamentale d'un individu. Deux modèles de psychologie sont le plus souvent utilisés dans les travaux sur les ACA : les modèles « five-factor » (McCrae & Costa, P., 1987) et « three-factor » (Eysenck, 1976). Le premier modèle est le plus courant. Il propose cinq dimensions, relativement indépendantes les unes des autres : extraversion, neuroticisme, ouverture à l'expérience, agréabilité et consciencieux. Par comparaison, Eysenck a développé un modèle basé sur des traits qu'il suppose avoir une fondation biologique. Les trois facteurs qu'il considère sont : extraversion-introversion, neuroticisme-stabilité émotionnelle, et psychotisme.

Ainsi, les ACAs commencent à adopter différentes personnalités, endosser différents rôles et sont capables de communiquer une palette d'intentions communicatives (Poggi, Pelachaud, & de Rosis, 2000) et d'états émotionnels (Gratch & Marsella, 2004). Dernièrement plusieurs modèles ont été proposés pour doter les agents de capacités sociales, par exemple pour gérer les tours de parole (Thórisson, 2002), s'insérer dans un groupe de conversation (Jan & Traum, 2007), etc.. Ils peuvent aussi être dotés de stratégies de politesse (Brown & Levinson, 1987). En particulier, Prendinger et Ishizuka (2001) ont introduit la notion de « social filter program ». Celui-ci prend en paramètre une stratégie de politesse, la personnalité de l'agent et son état émotionnel. En sortie, celui-ci détermine l'expression faciale de l'émotion montrée par l'agent.

2.3.2 POINT DE VUE DE LA ROBOTIQUE PERSONNELLE

Comme nous l'avons vu précédemment, le domaine de la robotique autour des robots personnels « compagnons » est exploré dans de très nombreux laboratoires publics ou privés. Les applications potentielles tournent autour de plusieurs axes : éducation, soutien psychologique aux personnes et réconfort, service comme l'accueil ou le guide pour les musées, loisir comme la danse ou encore le jeu.

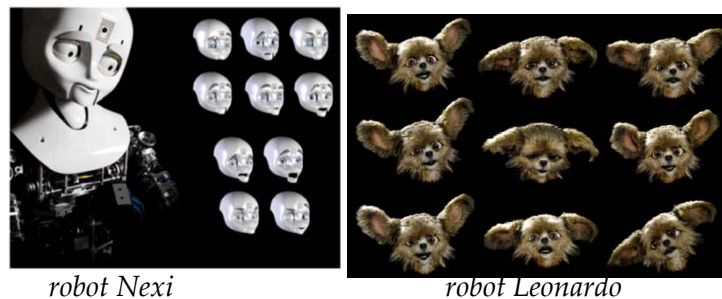
Outre les exemples déjà mentionnés, pour lesquels le robot-peluche Paro et le robot humanoïde Asimo sont sans doute les plus largement utilisés et étudiés, on peut aussi mentionner au Japon les recherches menées dans les entreprises comme Sony, Nec, Hitachi, BDL, Fujitsu, Honda.



En Europe, on trouve également de plus en plus de robots compagnons, en provenance des entreprises : ICat (Philips), Nao (Aldebaran) par exemple, ou en provenance des laboratoires de recherche : Probo (Université Brussel), Kaspar (Université de Hertfordshire), Emi (Université Bretagne Sud).



Aux Etats-Unis, citons en particulier deux des robots personnels réalisés au MIT Media Lab : le robot Nexi et le robot Leonardo.



La grande majorité des recherches étudient l'expression émotionnelle des robots personnels et l'impact de cette expression sur l'utilisateur. L'empathie, le rôle de la posture pour maintenir un niveau d'interaction sociale élevé sont également étudiés. En revanche, encore peu de travaux font explicitement référence à la personnalité et à son impact sur l'utilisateur. Ce sujet reste totalement ouvert. La question sous-jacente à l'ensemble de ces recherches est de comprendre comment concevoir des robots sociaux, compagnons, qui interagissent, collaborent et se comportent avec les humains comme de véritables partenaires de la vie de tous les jours et établissent des relations avec eux.

2.3.3 POINT DE VUE DES IHM ET DE LA PRISE EN COMPTE DES USAGES ET DE L'USAGER

La propriété de *Plasticité* a été introduite en 1999 comme étant la « capacité d'une interface homme-machine (IHM) à s'adapter à son contexte d'usage dans le respect de son utilisabilité » (Thevenin & Coutaz, 1999). Dans cette définition, le contexte d'usage faisait référence à la plate-forme de l'utilisateur et son environnement physique/social.

L'imprévisibilité du contexte d'usage impose au système d'être capable de raisonner sur sa propre conception à l'exécution : il ne s'agit pas seulement de percevoir le contexte d'usage et de commuter vers l'IHM préfabriquée la plus appropriée, mais, si nécessaire, d'élaborer une IHM conforme aux besoins de l'utilisateur et compatible du contexte d'usage courant. Dès lors, la fonction d'adaptation prend de l'ampleur. Elle pose des problèmes d'ordre algorithmique (notamment, la composition d'IHM) et de l'ordre de l'interaction : l'adaptation doit-elle être placée sous le contrôle de l'utilisateur ?

La programmation par l'utilisateur final non-informaticien est un sujet de recherche initié il y a une trentaine d'années (Smith, 1977). Ces travaux ont surtout cherché à définir des notations simplifiées : langages de script textuels (HyperTalk) ou graphiques (Visual AgenTalk) (Repenning & Ioannidou, 2004), programmation par démonstration et par l'exemple (Cypher, 1993), construction de macros, etc.. Ces techniques ont été appliquées essentiellement à des domaines ciblés comme la CAO (Girard, 1992), les tableurs (Burnett, Cook, Pendse, Rothermel, Summet, & Wallace, 2003), la bio-informatique (Letondal, 2005) ou, tels Alice (Conway & Pausch, 1997) et HANDS (Pane, 2002), à l'apprentissage de la programmation. Les travaux sur la programmation des espaces ambiants par l'utilisateur final sont encore très prospectifs. Dans Speakeasy, l'utilisateur peut construire des requêtes de recherche de ressources d'interaction avec filtrage (Newman, et al., 2002). Avec Jigsaw, l'utilisateur, au moyen d'un éditeur graphique dédié, construit des programmes simples par assemblage de pièces de puzzle du genre « si quelqu'un sonne à la porte, prendre une photo et la transférer sur le PDA » (Rodden, et al., 2004).

Alors qu'aujourd'hui, la plasticité a essentiellement été traitée d'un point de vue technique sous l'angle de l'adaptation à la plate-forme, le projet « MoCA » se propose au contraire d'adopter un point de vue tourné vers l'humain, *centré sur sa qualité de vie*. Cette étude est le prolongement logique des travaux actuels. Il s'agira d'étudier la plasticité des compagnons et de comprendre dans quelle mesure ils peuvent être/doivent être placés sous le contrôle de l'humain, c'est-à-dire quels aspects de la personnalité et des comportements associés doivent être spécifiés par l'usager ? Et comment ces comportements vont-ils s'incarner selon le dispositif (robots ou personnages virtuels) ?

2.3.4 POINT DE VUE SYSTEME MULTI-AGENTS, INTERACTION, PLANIFICATION

Depuis plusieurs années, la communauté système multi-agents (SMA) et modélisation à base d'agents s'intéresse au développement de scénarios et à la modélisation des interactions humaines. Plusieurs outils ont ainsi été créés, chacun étant centré sur un problème ou un domaine particulier (Nikolai & Madey, 2008) (Tobias & Hofmann, 2004). Un de ces outils est la plate-forme *Brahms*, spécialement destinée à la modélisation des comportements sociaux humains lors d'interaction humain-humain ou d'interaction humain-machine (Sierhuis, Clancey, & van Hoof, 2007). La plate-forme Brahms est basée sur l'approche BDI (Belief-Desire-Intention (Bratman, 1987)), sur la théorie de l'activité (Engeström, 1987) et sur la cognition située (Clancey, 1997). Cette plate-forme a été utilisée pour développer des

modèles formels d'interactions dans divers domaines de tâches collaboratives, allant du contrôle de missions spatiales à la modélisation de comportements domestiques.

Pour le projet « MoCA », cette plate-forme sera utilisée pour formaliser le scénario d'usage général ainsi que pour préparer les scénarios des différentes expérimentations.

La communauté SMA s'intéresse également à la question du fonctionnement collaboratif des agents. De façon évidente, cette problématique touche à la capacité des agents à se comprendre et communiquer. A cet effet, des premiers langages de communication agent-agent tels que ACL FIPA²⁰ ont été développés. Des langages plus récents permettent maintenant de gagner en expressivité, d'intégrer la multimodalité et de passer à des langages de conversation agent-agent et agent-humain (Rivière & Pesty, 2010) (Riviere, et al., 2011). Afin de coordonner leurs actions et prendre des décisions conformes aux objectifs attendus par les utilisateurs, les agents utilisent des algorithmes de planification distribuée produisant des « plans », c'est-à-dire des structures d'actions conduisant à la réalisation collaborative de ces objectifs (Ghallab, Nau, & Traverso, 2004). Actuellement, plusieurs plates-formes comme JADE (Bellifemine, Caire, & Greenwood, 2007), JACK²¹ ou JASON (Bordini, Hübner, & Wooldridge, 2007) permettent d'implémenter efficacement des systèmes multi-agents.

2.4. OBJECTIFS ET CARACTERE AMBITIEUX/NOVATEUR DU PROJET

En l'état actuel des recherches, les entités artificielles, tant robotiques que virtuelles, ont des capacités d'interaction relativement avancées ; elles sont capables d'être expressives en s'exprimant de façon verbale et non verbale, avec des voix de synthèse aux prosodies variées, etc. La gestion des émotions est une composante essentielle dans la modélisation de ces entités et les recherches récentes permettent de disposer d'entités artificielles de plus en plus crédibles émotionnellement.

Toutefois, nous sommes encore loin d'une entité artificielle capable d'avoir une influence déterminante, décisive, ou tout au moins d'avoir un effet positif sur l'humain. L'un des challenges actuels est de faire progresser ces entités artificielles, certes expressives et de plus en plus crédibles, vers de véritables *compagnons* acceptables dans la vie de l'utilisateur. Une des pistes explorée par les chercheurs est de doter l'entité artificielle de capacités à établir et maintenir une *relation à long terme* avec son usager.

Il s'agit donc de passer de la notion d'*interaction* homme-entité à la notion de *relation* homme-entité (Grandgeorge & Duhaut, 2011) (Duhaut, D, 2010). Mais la question « Comment une entité (un robot ou un ACA), peut établir et maintenir une relation avec un humain ? » est encore loin d'être résolue même si les principales caractéristiques que l'entité devrait posséder ont d'ores et déjà été identifiées. Dans un article très complet de Bickmore et Picard du MIT (Bickmore & Picard, 2005), des *agents relationnels* sont définis comme étant des ACA

²⁰ FIPA : Foundation for Intelligent Physical Agents <http://www.fipa.org>

²¹ <http://aosgrp.com/products/jack/index.html>

capables de construire et d'entretenir une relation sociale et émotionnelle à long-terme avec l'utilisateur. Les auteurs s'appuient plus particulièrement sur les comportements identifiés chez les humains pour construire et entretenir leurs relations, et énumèrent ainsi les nombreux points à considérer pour modéliser un agent relationnel : l'empathie, la communication relationnelle et méta-relationnelle, les émotions, l'humour, les références à des connaissances mutuelles, la mise en valeur des points communs, etc. Par ailleurs il convient de tenir compte des connaissances communes, des valeurs et de l'historique de l'interaction. D'autres éléments comme la synthèse vocale (qualité de la voix, intonation, rendu émotionnel), la justesse du langage (choix lexical adapté à l'utilisateur) sont également à prendre en considération. L'aspect visuel est aussi de toute évidence important, même s'il peut induire des réactions allant jusqu'au rejet instinctif de l'utilisateur (phénomène de « *uncanny valley* »²²).

Ainsi, plusieurs approches sont étudiées pour que ACA ou robots, développent et maintiennent des relations à long terme. Par exemple, le projet européen *LIREC (Living with Robots and Interactive Companions)*²³ mise sur la personnification et la programmation des comportements du robot par l'usager alors que le projet européen *Companions*²⁴ s'intéresse plus particulièrement aux capacités de dialogue de l'agent qui doit agir non comme un expert mais comme un pair autour des centres d'intérêt de l'usager (commenter des photos, donner des conseils de santé et bien-être, etc.).

Comme nous l'avons dit précédemment, notre projet se focalise sur les aspects relatifs à la personnalité de l'entité. En effet, les recherches en psychologie ont montré que les personnalités des partenaires ont une influence certaine sur la qualité des relations humaines, par exemple au sein d'un couple (Robins, Caspi, & Moffit, 2000).

Nous mettrons l'accent sur *le concept de personnalité* et sur la *plasticité des comportements* des compagnons et nous étudierons comment ces comportements peuvent s'incarner selon les différents dispositifs et comment ils s'adaptent au contexte d'usage dans le respect de la valeur attendue par l'utilisateur. Personnalité et comportements seront définis a priori par un développeur puis par l'utilisateur via une IHM idoine.

Ainsi l'objectif du projet « MoCA » est d'étudier et d'expérimenter un collectif de compagnons artificiels au service d'un usager dans ses activités quotidiennes, de le tester en situation, de mesurer la valeur des compagnons ainsi que la valeur du collectif du point de vue des usagers, puis d'explicitier les facteurs clés de succès pour élaborer dans le futur une nouvelle génération de compagnons artificiels, capables d'établir et de maintenir des relations sociales avec l'usager.

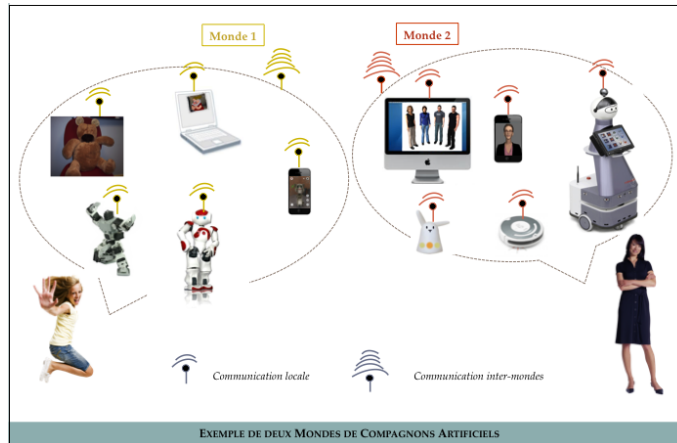
Ce collectif sera constitué à partir des dispositifs existants et maîtrisés de nos laboratoires, et comprendra au minimum un compagnon robot, un compagnon de type personnage virtuel

²² ou « vallée dérangeante » (réaction des utilisateurs à l'anthropomorphisme d'un robot) défini par le roboticien japonais Masahiro Mori en 1970

²³ <http://lirec.eu>

²⁴ <http://www.companions-project.org>

sur écran d'ordinateur et un compagnon également de type personnage virtuel sur un terminal de poche. Ce collectif de compagnons coopératifs constitue le « petit monde » de l'utilisateur (cf. figure ci-dessous) où chacun des compagnons apporte ses propres spécificités mais aussi limitations.



L'enjeu scientifique est de développer des modèles de personnalités et les modèles des comportements associés, qui doteront les compagnons des propriétés suivantes :

Propriété de distinguabilité : pour dénoter la propriété permettant à l'utilisateur de distinguer facilement et rapidement ses compagnons des compagnons des autres personnes de son entourage. Cela fait référence à la fonction identitaire du processus de catégorisation sociale en psychologie. En effet, le processus de catégorisation sociale repose sur l'idée que l'on attribue à une catégorie d'individus des caractéristiques et des traits qui sont censés qualifier les membres appartenant à la catégorie et qui les distinguent des membres des autres catégories. Du fait de ce processus de catégorisation sociale, on a tendance à considérer que les membres d'une même catégorie sont relativement semblables et à gommer les différences inter-individuelles. Cela nécessiterait une étude approfondie des liens complexes entre apparence physique, comportements, et rôles des compagnons. Nous nous limitons dans ce projet aux comportements et rôles, dans un contexte d'usage borné. Par ailleurs, nous identifierons l'approche de la personnalité en psychologie qui est la plus appropriée pour permettre une bonne perception des catégorisations des compagnons induites.

Propriété de stabilité et de cohérence : Cette propriété doit servir à identifier les contraintes de compatibilité entre les caractéristiques multiples d'un compagnon ou d'un monde de compagnons dans le but d'exercer un contrôle sur le processus d'élaboration des personnalités des compagnons.

La cohérence s'applique à deux niveaux pour un compagnon donné dans un monde donné :

- De manière individuelle, soit intrinsèque où il s'agit d'identifier les contraintes de compatibilité et les fréquences de cooccurrence des traits et propriétés qui composent sa personnalité, soit extrinsèque où il s'agit d'identifier les contraintes de compatibilité entre sa personnalité et ses caractéristiques physiques (apparence) ou

sociale (fonctions, rôles). Par exemple, y a-t-il des personnalités plus favorables pour un compagnon ayant un rôle pédagogique ?

- De manière collective, il s'agit d'identifier les contraintes qui permettront de donner « un air de famille » au petit monde de compagnons de l'utilisateur tout en autorisant certaines variations individuelles par exemple en fonction de l'apparence et du rôle de chaque compagnon.

Propriété de relation sociale sur le long-terme : les compagnons d'un même monde devraient être capables d'établir et de maintenir une relation à long-terme avec leur utilisateur. La question est de savoir quels comportements sont nécessaires pour tendre vers cet objectif et aller au-delà de l'effet ponctuel de nouveauté que procure souvent un nouveau dispositif.

Propriété de coordination : les compagnons d'un même monde devront être capables de se coordonner pour que l'utilisateur n'ait pas à répéter les mêmes informations, pour pouvoir appliquer au mieux leurs différents rôles et fonctions, etc.

Cette liste de propriétés n'est pas exhaustive ; elle donne un aperçu des propriétés comportementales des compagnons que nous chercherons à clairement identifier durant le projet.

L'enjeu technologique est de mettre en œuvre ces personnalités et comportements sur des dispositifs variés et de les réunir en un collectif. Afin de restreindre la complexité du problème :

- nous spécifierons formellement un scénario d'usage de la vie quotidienne (par exemple celui d'un enfant à son domicile - cf. Annexe 7.3) pour fixer le contexte d'usage et les rôles des compagnons ;
- nous sélectionnerons des dispositifs disponibles et maîtrisés dans nos laboratoires, et autorisant l'expression d'une personnalité
- nous nous adresserons à une population d'utilisateurs clairement identifiée (par exemple les élèves participant à la RoboFesta²⁵) pour recueillir les attentes utilisateurs et évaluer les premiers démonstrateurs
- nous évaluerons la valeur pour les usagers, du prototype final du « petit monde », d'une part dans un laboratoire d'utilisabilité (plate-forme LOUSTIC²⁶ disponible au laboratoire Lab-STICC) et d'autre part dans quelques familles dont les enfants sont d'âge proche.

Nous adopterons une **démarche expérimentale** qui sera soutenue par la pépinière d'expérimentation scientifique du LIG²⁷ (pépinière Marvelig). Cette dernière est spécialisée

²⁵ Concours de robotique qui réunit annuellement des élèves des lycées et des collèges de toute la région Bretagne <http://espaceeducatif.ac-rennes.fr/jahia/Jahia/lang.fr/pid/8944>

²⁶ LOUSTIC : Laboratoire d'Observation des Usages des Technologies de l'Information et de la Communication <http://www.loustic.net>

²⁷ Pépinière d'expérimentation du LIG : Marvelig : <https://marvelig.liglab.fr/>

dans cette approche pour la recherche en informatique : mise en place des protocoles expérimentaux, production des données et traitement de ces données (méthodes qualitatives et quantitatives pour la production des données, méthodes d'analyse des données, qu'il s'agisse d'analyse thématique ou d'analyse statistique, issues de l'expérimentation en sciences humaines et sociales, modalités de présentation des résultats de l'analyse).

Les résultats escomptés sont les suivants :

- contribution à l'approfondissement des connaissances sur la personnalité et les comportements des compagnons artificiels et de leur impact sur la relation Humain-Compagnon
- contribution à l'approfondissement du concept de plasticité des compagnons
- contribution à l'identification des critères de valeur des compagnons artificiels et des métriques d'estimation de ces critères
- conception et développement d'un collectif de compagnons artificiels composé de robots et de personnages virtuels, sur un scénario d'usage précis
- modèle computationnel de personnalité et de comportements
- modèle de plasticité des compagnons
- IHM de plasticité de compagnon :
 - o IHM de programmation de la personnalité et des comportements à destination des développeurs d'ACA et de robots
 - o IHM de personnalisation de la personnalité et des comportements à destination de l'utilisateur final

En termes de **retombées scientifiques**, ce projet nous aidera à structurer une communauté scientifique française autour des compagnons artificiels, fédérant les acteurs de la recherche dans les domaines des robots personnels, des ACA et de l'Informatique Affective. Cette communauté prendra appui sur la communauté française existante (GT ACA) et participera ainsi à la dynamique européenne sur ces thèmes novateurs.

Le projet « MoCA » est novateur à plusieurs titres : (1) par la mise en synergie des communautés travaillant sur les robots cognitifs et affectifs, les ACA, les SMA et les IHM ; (2) par l'approfondissement du concept de compagnon artificiel et de relation Humain-Compagnon au travers de la notion de personnalité (3) par l'interconnexion dynamique de compagnons artificiels en collectif, seul un collectif de compagnons connectés et interopérables étant capable de garantir la permanence de l'accès au service de compagnonnage dans les situations de nomadisme (4) par la démarche expérimentale adoptée (5) par l'intégration de compétences en psychologie réparties dans le consortium.

Deux **verrous** ont été identifiés et sont résumés dans le tableau suivant.

Verrou	Solution proposée
Verrou 1 Séparabilité des critères de valeur	Nous travaillerons le concept de valeur en étroite collaboration avec les psychologues, identifierons les critères de valeur pertinents pour notre projet et conduirons les plans d'expérimentation en conséquence.
Verrou 2 Généricité des modèles (modèle computationnel de personnalité et des comportements, modèle de plasticité des compagnons).	Nous avons choisi de mener ce projet dans un contexte d'usage défini ; le risque est donc de proposer des modèles trop dépendants des hypothèses choisies et non généralisables à d'autres contextes d'usage. Nous sommes conscients de cette limitation ; néanmoins, nous veillerons à ce que nos modèles soient les plus génériques possibles.

3. PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE, ORGANISATION DU PROJET

3.1. PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET STRUCTURATION DU PROJET

La recherche menée dans le projet « MoCA » s'articule autour de quatre tâches principales : une tâche (T1) de cadrage du projet et de recueil des premières exigences utilisateurs qui vient naturellement en premier lieu ; une tâche (T2) pour les concepts et modèles de personnalité, de comportements et de plasticité des compagnons ; une tâche (T3) pour le développement de plusieurs démonstrateurs et d'un prototype de « petit monde » et enfin une tâche (T4) pour l'expérimentation et les évaluations à grande échelle des démonstrateurs et du prototype réalisés. Ces quatre tâches principales sont complétées par une tâche (T0) dédiée à la coordination du projet, et à la valorisation du projet et de ses résultats.

- **TACHE 0 : MANAGEMENT ET VALORISATION DU PROJET (LAB-STICC)**

La Tâche 0 (T0), sur toute la durée du projet, **42 mois**, assure la coordination scientifique et technique du projet, le management administratif (suivi de l'avancement du projet) et financier, et enfin la valorisation du projet et des résultats.

- **TACHE 1 : CADRAGE GENERAL ET RECUEIL DES EXIGENCES UTILISATEUR (LIG)**

La Tâche 1 (T1), d'une durée de **6 mois**, porte sur le cadrage du projet avec la spécification/modélisation du scénario général, puis une première étude de terrain pour recueillir les premières exigences utilisateurs. Cette tâche orientera les recherches sur la personnalité et la plasticité des compagnons ainsi que la conception et la réalisation des premiers démonstrateurs.

- **TACHE 2 : CONCEPTS ET MODELES (LIMSI)**

La Tâche 2 (T2), d'une durée de **39 mois**, est le socle scientifique du projet ; elle porte sur les modèles de personnalité, de comportements et de plasticité des compagnons. Elle assurera la cohérence scientifique, la capitalisation des nouvelles connaissances et leur exploitation en retour dans la réalisation des démonstrateurs et du prototype final de « petit monde ».

- **TACHE 3 : DEVELOPPEMENTS (LAB-STICC)**

La Tâche 3 (T3), d'une durée de **37 mois**, est dédiée à la spécification, conception et réalisation technique des différents démonstrateurs intermédiaires et à la spécification, conception et réalisation technique du prototype final de « petit monde » intégrant divers compagnons robots et virtuels dans un scénario d'usage de la vie quotidienne. Le comportement des compagnons virtuels et robotiques liés à une personnalité et un rôle donnés sera implémenté.

- **TACHE 4 : EVALUATIONS GRANDE ECHELLE (LIG)**

La Tâche 4 (T4), d'une durée de **23 mois**, concerne la préparation des protocoles expérimentaux, la mise en œuvre effective des expérimentations, puis le traitement et l'analyse des résultats obtenus. Trois campagnes d'expérimentation sont programmées : deux pour les démonstrateurs intermédiaires et une expérimentation finale longue (3 mois) pour l'évaluation finale du prototype de « petit monde ». La dernière expérimentation sera réalisée selon deux modes : un mode « contrôlé » et un mode « in vivo ». Le mode contrôlé met en œuvre la plate-forme d'utilisabilité LOUSTIC (partenaire Lab-STICC) qui permettra une observation comportementale d'un usager avec son « petit monde ». Pour le mode « in vivo » nous déploierons le « petit monde » dans quelques familles dont les enfants sont d'âge proche.

Cette tâche permettra également de dresser un bilan scientifique, technique et humain du projet et d'identifier les perspectives.

3.2. MANAGEMENT DU PROJET

Le tableau ci-dessous montre la responsabilité, l'implication des partenaires et la durée de chacune des tâches. C'est un projet fortement coopératif, tous les partenaires sont impliqués dans les différentes tâches, en particulier dans la tâche de développement (T3), et participent aux évaluations grande échelle (T4). Afin de garantir la cohérence et convergence de ces différents développements, plusieurs jalons ont été identifiés (voir paragraphe 3.4).

Enfin, pour garantir le bon déroulement du projet, sa coordination et sa valorisation, un comité de pilotage sera mis en place (voir paragraphe 3.3.1).

Tâche	Titre	Responsable de tâche	Autres partenaires impliqués	Durée	Effort P.mois
T 0	MANAGEMENT ET VALORISATION DU PROJET	LAB-STICC	LIG, LIMSI, LTCI	1-42 (42)	22

T 1	CADRAGE GENERAL ET RECUEIL DES EXIGENCES UTILISATEUR	LIG	Lab-STICC, LIMSI, LTCI	1-6 (6)	41
T 2	CONCEPTS ET MODELES	LIMSI	LIG, Lab-STICC, LTCI	4-42 (39)	160
T 3	DEVELOPPEMENTS	LAB-STICC	LIG, LIMSI, LTCI	6-42 (37)	136
T 4	EVALUATION GRANDE ECHELLE	LIG	Lab-STICC, LIMSI, LTCI	16-22 (7) 28-32 (7) 34-42 (9)	29

3.3. DESCRIPTION DES TRAVAUX PAR TACHE

3.3.1 TACHE 0 : MANAGEMENT ET VALORISATION DU PROJET

TACHE 0 : MANAGEMENT ET VALORISATION DU PROJET				
RESPONSABLE DE LA TACHE : LAB-STICC				
Participants	LIG	Lab-STICC	LIMSI	LTCI
Effort (pers.mois)	6	8	6	2
Objectifs : Les objectifs de cette tâche sont les suivants : <ul style="list-style-type: none"> Garantir le bon déroulement du projet (scientifique, technique, administratif) Favoriser la publication d'articles scientifiques collaboratifs Organiser les actions de valorisation du projet 				
Description du travail Le travail sera effectué principalement par le Lab-STICC, porteur du projet et responsable de sa coordination globale. Pour cela, un comité de pilotage, composé de représentants de chaque partenaire sera créé. Son rôle est de garantir le bon déroulement et la valorisation du projet. Il sera présidé par Dominique Duhaut. Des réunions (biennuelles) permettront l'évaluation régulière de l'avancement du projet, l'identification et la prise en compte des éventuelles difficultés, la mise en place des actions de valorisation.				
ST0.1 – Assurer le bon déroulement du projet <i>Leader : Lab-STICC, Participants: TOUS</i> Mettre en place le comité de pilotage. Organiser les réunions du comité et rédiger les comptes rendus. Mettre en place les outils permettant de collecter et de partager les données des partenaires pour suivre l'avancement des tâches par rapport au plan de travail. Préparer l'accord de consortium qui sera signé au début du projet par tous les participants afin d'identifier et d'établir les règles et procédures de protection de leurs propriétés intellectuelles respectives. Préparer les rapports d'avancement pour l'ANR.				
ST0.2 – Valoriser le projet et ses résultats				

Leader : LIG, Participants: TOUS

Mettre en place un site web projet et veiller à son actualisation

Publier des articles scientifiques dans des congrès et revues sélectionnés

Créer une vidéo pour la présentation du projet et de ses objectifs

Créer une vidéo pour la présentation des principaux résultats

Communiquer auprès du grand public à l'occasion des expérimentations (RoboFesta et/ou fête de la science, expérimentation à domicile)

Faire connaître le projet auprès d'un panel d'entreprises préalablement identifiées

Résultats et livrables

L0.1 Accord de consortium (T0+12)

L0.2 Rapports d'avancement ANR à mi parcours et en fin de projet incluant les actions de valorisation (T0+24, T0+42)

L0.3 Vidéo de présentation du projet et de ses objectifs (T0+12)

L0.4 Vidéo de présentation des résultats du projet (T0+42)

3.3.2 TACHE 1 : CADRAGE GENERAL ET RECUEIL DES EXIGENCES UTILISATEUR

TACHE 1 : CADRAGE GENERAL ET RECUEIL DES EXIGENCES UTILISATEUR

RESPONSABLE DE LA TACHE : LIG

Participants	LIG	Lab-STICC	LIMSI	LTCI
Effort (en pers.mois)	14	16	5	6

Objectifs : Les objectifs de cette tâche sont les suivants :

- Définir le corpus de valeur : « les bonnes propriétés pour l'humain »
- Formaliser le scénario général d'usage
- Elaborer le protocole de la première expérimentation
- Recueillir les premières exigences utilisateurs

Description du travail

La tâche consistera à définir a priori le corpus de valeur des compagnons (*le terme valeur est utilisé au sens « des bonnes propriétés pour l'humain », par exemple : les bons services, l'utilisabilité, l'acceptabilité, la crédibilité, la fiabilité, la performance, la sécurité etc..*) pour des usagers dans des situations de la vie de tous les jours.

En parallèle, le scénario qui servira de fil rouge pour tout le projet sera écrit et formalisé. Des séquences d'interaction typique entre compagnons et entre compagnons et usagers seront spécifiées en utilisant le langage de modélisation BRAHMS (Business Redesign Agent-Based Holistic Modeling System) qui permet de représenter les activités et interactions d'agents.

Le protocole de la première expérimentation sera alors élaboré, en tenant compte du corpus de valeur et du scénario d'usage. Le recueil des exigences utilisateurs sera ensuite réalisé avec l'objectif d'éclairer les questions suivantes : comment les enfants interagissent avec leurs compagnons et avec les objets technologiques existants ? quels traits de personnalité et quels comportements pour quel compagnon ? Un questionnaire dédié à notre projet sera élaboré à partir de questionnaires existants basés sur les modèles de personnalité comme OCEAN. Ce

questionnaire sera construit en s'appuyant sur les compétences des partenaires psychologues. L'évaluation sera faite auprès d'une population d'utilisateurs clairement identifiée, par exemple les élèves participant à la RoboFesta.

Cette tâche implique tous les chercheurs permanents du projet pour fixer le vocabulaire et les méthodes de travail communes à l'ensemble du consortium. Comme ce sera le cas pour toutes les expérimentations, la pépinière d'expérimentation du partenaire LIG sera fortement impliquée.

ST1.1 Préciser et modéliser le scénario d'usage

Leader : LIG, Participants: TOUS

Définir a priori le corpus des critères de valeur

Ecrire précisément un scénario d'usage de la vie de tous les jours

Formaliser des séquences d'interaction et de collaboration à l'aide du langage BRAHMS

ST1.2 Recueillir les exigences utilisateurs

Leader : LTCL, Participants : LabSTICC, LIG

Définir le protocole expérimental

Elaborer le questionnaire

Recueillir et traiter les données d'expérimentation

Résultats et livrables

L1.1 Description et modélisation BRAHMS du scénario (T0+3)

L1.2 Rapport de fin d'expérimentation et d'analyse des exigences utilisateur (T0+6)

3.3.3 TACHE 2 : CONCEPTS ET MODELES

TACHE 2 : CONCEPTS ET MODELES

RESPONSABLE DE LA TACHE : LIMSI

Participants	LIG	Lab-STICC	LIMSI	LTCL
Effort (pers.mois)	64	38	48	10

Objectifs scientifiques : Cette tâche est le cœur scientifique du projet. Elle est organisée selon deux axes :

- Etude et Modélisation des liens entre personnalité et comportements
- Etude de la plasticité des compagnons

Description du travail

Le premier axe de recherche porte sur la formalisation des concepts scientifiques, issus de la littérature en Psychologie, qui sous-tendent la notion de personnalité humaine et des effets qu'elle a sur les comportements (effets sur le monde physique et effets sur les personnes). Il faudra exhiber ce qu'il est possible d'implémenter et proposer une architecture informatique adéquate.

Ce travail s'effectuera en trois phases :

- Etude pluridisciplinaire des approches lexicales de la personnalité à base de traits

psychologiques en vue d'une implémentation informatique. Parmi les modèles de traits proposés par les psychologues, le modèle FFM/NEO PI-R de Goldberg, Costa et McCrae, sera plus particulièrement étudié car c'est le modèle actuellement dominant dans les travaux sur les ACA.

- Etude pluridisciplinaire des approches sociales et psychosociales de la personnalité visant non seulement à décrire mais surtout à expliquer les comportements des individus. Cette approche permet de mieux prendre en compte le contexte social.
- Proposition d'un modèle computationnel intégratif de la personnalité. Les contraintes de compatibilité reliant les différentes caractéristiques (comportement, apparence, rôle, attitude, émotion) seront identifiées ainsi que l'impact sur les actions et les expressions du compagnon.

Par retour d'expérience (ST 4.1 et ST 4.2), les modèles computationnels de personnalité et des comportements seront adaptés.

Le second axe de recherche porte sur l'étude de la plasticité des compagnons, c'est à dire sur l'adaptation de leurs comportements au contexte d'usage dans le respect de la valeur attendue par l'utilisateur, telle que définie dans la Tâche 1. Il faudra comprendre dans quelle mesure ces comportements peuvent être/doivent être placés sous le contrôle de l'humain et comment ces comportements seront exprimés selon le dispositif physique (ACA ou robot).

Ce travail s'effectuera en trois phases :

- Etude des approches de la plasticité en IHM et adaptation au contexte de la robotique et des ACA
- Identification des paramètres de variabilité et de stabilité du contexte d'usage. Identification, à partir des critères de valeur définis au ST1.1, des paramètres qui sont caractérisables par l'utilisateur final d'une part et par le développeur de compagnons d'autre part
- Définition d'un modèle de plasticité de compagnons et spécification des deux IHM de plasticité associées :
 - IHM de programmation de la personnalité et des comportements à destination des développeurs d'ACA et de robots
 - IHM de personnalisation de la personnalité et des comportements à destination de l'utilisateur final

Par retour d'expérience (ST 4.1 et ST 4.2), le modèle de plasticité sera adapté et les interfaces enrichies.

ST2.1 Etudier la personnalité et les comportements des compagnons

Leader : LIMSI, Participants: Tous

Etude pluridisciplinaire des approches lexicales de la personnalité

Etude pluridisciplinaire des approches sociales et psychosociales de la personnalité

Proposition d'un modèle computationnel intégratif de la personnalité

ST2.2 La plasticité des compagnons

Leader : LIG, Participants: Tous

Etude des approches de la plasticité en IHM
Proposition d'un modèle de plasticité de compagnons
Proposition de deux IHM de plasticité

Résultats et livrables

L2.1 Rapport sur le modèle computationnel de personnalité et des comportements (T0+36)

L2.2 Rapport sur le modèle de plasticité des compagnons et des deux IHM associées (T0+36)

3.3.4 TACHE 3 : DEVELOPPEMENTS

TACHE 3 : DEVELOPPEMENTS

RESPONSABLE DE LA TACHE : LAB-STICC

Participants	LIG	Lab-STICC	LIMSI	LTCI
Effort (pers.mois)	38	52	17	29

Objectifs : L'objectif majeur de cette tâche est de réaliser tous les développements, allant des démonstrateurs à un prototype final de « petit monde ». Cet objectif se décline de la façon suivante :

- Etudier la compatibilité des dispositifs déjà à disposition dans les laboratoires partenaires
- Développer des compagnons unitaires (ACA et robots) qui intègrent les premiers résultats de la Tâche ST2.1 (sur la personnalité et les comportements)
- Développer les IHM de la plasticité des compagnons
- Intégrer les compagnons en un premier collectif puis en un « petit monde »

Description du travail

Ce travail de développement est organisé de façon itérative pour intégrer au mieux les résultats des travaux de recherche issus de la Tâche 2 ; il est aussi rythmé par les trois expérimentations de la Tâche 4. Ce travail se décline en 3 phases : (phase 1) rendre compatibles les différents dispositifs et développer les premiers compagnons unitaires et les premières IHM pour (phase 2) les intégrer en un démonstrateur de collectif de compagnons afin de (phase 3) construire le prototype final de « petit monde ». Chacune de ces phases correspond à une évaluation à grande échelle décrite dans la Tâche 4.

ST3.1 Développer des démonstrateurs de compagnons robots

Leader : Lab-STICC, Participants: LIG, LTCI

Cette sous-tâche se focalise sur le développement de démonstrateurs compagnons robots. En fonction des choix effectués dans la Tâche 1 et des contraintes technologiques, nous sélectionnerons un sous ensemble de robots parmi ceux disponibles dans les laboratoires partenaires. Nous développerons des composants logiciels intégrant les résultats de la Tâche 2 (personnalité et comportements) et respectant le scénario défini dans la Tâche 1. Ces composants logiciels « transformeront » les robots en une première version de compagnons robots ; ils seront évalués dans la Sous-Tâche 4.1.

ST3.2 Développer des démonstrateurs de compagnons virtuels

Leader : LTCL, Participants: LIMSI

Cette sous-tâche est semblable à la Sous-Tâche 3.1 mais pour le développement de démonstrateurs de compagnons ACA. Nous utiliserons la plate-forme de personnages virtuels MARC²⁸ qui permet d'animer plusieurs personnages virtuels en temps réel dans un environnement 3D à l'aide de modèles d'émotions et de profils expressifs. Nous utiliserons également la plate-forme GRETA²⁹ d'animation d'ACA, conforme au standard SAIBA³⁰ (Situation, Agent, Intention, Behavior, Animation) qui est une initiative de recherche internationale dont le but est de définir une architecture logicielle commune pour la génération du comportement d'agents virtuels. Les démonstrateurs de compagnons virtuels seront évalués dans la Sous-Tâche 4.1.

ST3.3 Développer les IHM de la plasticité

Leader : LIG, Participants: LIMSI

Cette sous-tâche consiste à développer les versions successives des IHM de la plasticité : (1) IHM de programmation de la personnalité et des comportements à destination des développeurs d'ACA et de robots, (2) IHM de personnalisation de la personnalité et des comportements à destination de l'utilisateur final. Il sera tenu compte de l'avancement scientifique (Tâche 2), des développements des compagnons (ST3.1, ST3.2) et des expérimentations (Tâche 4). Ces IHM seront adaptées au collectif de compagnons (ST3.4).

ST3.4 Développer un démonstrateur de collectif de compagnons

Leader : LabSTICC, Participants: Tous

Cette sous-tâche est exclusivement dédiée à l'intégration des compagnons unitaires et des IHM (ST3.1, ST3.2, ST3.3) afin de créer un démonstrateur de collectif de compagnons. Nous ciblerons une architecture multi-agents afin d'implémenter les communications et les interactions entre compagnons. Chaque compagnon intégrera un composant de planification automatique afin de rendre possible la concertation et la prise de décision collective pour réaliser le scénario d'usage. Ce démonstrateur sera évalué dans la Sous-Tâche 4.2.

ST3.5 Développer un prototype de "petit monde"

Leader : Lab-STICC, Participants: Tous

A partir du cadrage du scénario d'usage (T1) et des résultats expérimentaux (ST4.1 et ST4.2), nous spécifierons précisément le scénario de la dernière expérimentation et finaliserons les développements du collectif pour réaliser le « petit monde ». Ces développements intégreront les derniers résultats scientifiques sur les modèles de personnalité, de comportements et de plasticité. Le « petit monde » sera évalué lors de l'expérimentation longue (ST4.3).

Résultats et livrables

L3.1 Mise à disposition sous forme de logiciel libre des compagnons virtuels (T0+42)

L3.2 Mise à disposition sous forme de logiciel libre des composants logiciels pour compagnons robots (T0+42)

²⁸ <http://marc.limsi.fr>

²⁹ <http://www.tsi.telecom-paristech.fr/mm/themes/equipe-greta/>

³⁰ <http://emotion-research.net>

L3.3 Rapport sur l'architecture du « petit monde » (T0+42)

3.3.5 TACHE 4 : EVALUATIONS GRANDE ECHELLE

TACHE 4 : EVALUATIONS GRANDE ECHELLE

RESPONSABLE DE LA TACHE : LIG

Participants	LIG	Lab-STICC	LIMSI	LTCI
Effort (pers.mois)	6	4	16	3

Objectifs : Cette tâche regroupe les trois expérimentations du projet :

- Expérimentation des démonstrateurs de compagnons unitaires
- Expérimentation du démonstrateur de collectif de compagnons
- Expérimentation du prototype final de « petit monde ».

Description du travail

Les deux premières expérimentations (ST4.1 et ST4.2) seront menées auprès d'une population d'utilisateurs clairement identifiés (par exemple les élèves de la RoboFesta) pour évaluer les démonstrateurs (compagnon virtuel, compagnon robot et collectif de compagnons). Les données récoltées seront examinées et utilisées de trois manières : (1) pour alimenter le scénario d'usage, (2) pour mieux cerner le rôle de la personnalité des compagnons dans les interactions avec un usager, (3) pour guider les développements.

La dernière expérimentation (ST4.3) concerne l'évaluation du prototype final de « petit monde » ; elle est réalisée selon deux modes : un mode « contrôlé » et un mode « in vivo ». Le mode contrôlé met en œuvre la plate-forme d'utilisabilité LOUSTIC (du partenaire Lab-STICC) qui permettra une observation comportementale d'un usager avec son « petit monde ». Pour le mode « in vivo » nous déploierons le « petit monde » dans quelques familles dont les enfants sont d'âge proche. L'ambition est de mesurer la *valeur* que l'utilisateur accorde au « petit monde de compagnons artificiels » dans une situation de la vie de tous les jours.

La pépinière d'expérimentation scientifique Marvelig (du partenaire LIG) accompagnera chacune des expérimentations (mise en place des protocoles, production et traitement des données).

ST4.1 Evaluer les différents compagnons et l'IHM de plasticité

Leader : LIG, Participants: Tous

Cette sous-tâche concerne les démonstrateurs unitaires de compagnons, testés sur des extraits du scénario d'usage défini à la Tâche 1. Il s'agit de :

- Définir le protocole expérimental pour l'évaluation de ces compagnons
- Evaluer la première version de l'IHM de plasticité dédiée à la personnalisation de la personnalité des compagnons et de leurs comportements, à destination de l'utilisateur final
- Recueillir et traiter les données d'expérimentation

ST4.2 Evaluer le collectif de compagnons et l'IHM de plasticité

Leader : LTCL, Participants: Tous

Cette sous-tâche concerne le démonstrateur de collectif de compagnons, testé sur des extraits du scénario d'usage défini à la Tâche 1. Il s'agit de :

- Définir le protocole expérimental pour l'évaluation du collectif de compagnons
- Evaluer la seconde version de l'IHM de plasticité
- Recueillir et traiter les données d'expérimentation

ST4.3 Evaluer le prototype de "petit monde"

Leader : Lab-STICC, Participants: Tous

Dans cette expérimentation d'un « petit monde » de compagnons artificiels au service d'un usager dans sa vie de tous les jours, nous chercherons à répondre à la question : « Quels sont les critères de *valeur* pour que les compagnons artificiels pénètrent les situations de la vie de tous les jours et que des *relations à long terme* s'établissent avec un usager ». Deux protocoles expérimentaux seront définis :

- l'un utilisant la plate-forme d'utilisabilité LOUSTIC
- l'autre dans quelques familles dont les enfants sont d'âge proche

Résultats et livrables

L4.1 Rapport d'expériences pour ST4.1 et ST4.2 (T0+20, T0+32)

L4.2 Rapport de fin de projet et de perspectives. Ce rapport sera rendu public. (T0+42)

3.4. CALENDRIER DES TACHES, LIVRABLES ET JALONS

3.4.1 CALENDRIER DU PROJET : ORDONNANCEMENT DES TACHES

		Responsabilité	Calendrier													
			T0+3	T0+6	T0+9	T0+12	T0+15	T0+18	T0+21	T0+24	T0+27	T0+30	T0+33	T0+36	T0+39	T0+42
Tâche 0	Management et valorisation du projet	Lab-STIIC			J1	J2		J3				J4				
ST 0.1	Assurer le bon déroulement du projet	Lab-STICC														
ST 0.2	Valoriser le projet et ses résultats	LIG														
Tâche 1	Cadrage général et recueil des exigences utilisateur	LIG														
ST 1.1	Préciser et modéliser le scénario d'usage	LIG														
ST 1.2	Recueillir les exigences utilisateurs	LTCI														
Tâche 2	Concepts et modèles	LIMSI														
ST 2.1	Etudier la personnalité et les comportements des compagnons	LIMSI														
ST 2.2	Etudier la plasticité des compagnons	LIG														
Tâche 3	Développements	Lab-STICC														
ST 3.1	Développer des démonstrateurs de compagnons robots	Lab-STICC														
ST 3.2	Développer des démonstrateurs de compagnons virtuels	LTCI														
ST 3.3	Développer les IHM de la plasticité	LIG														
ST 3.4	Développer un démonstrateur de collectif de compagnons	Lab-STICC														
ST 3.5	Développer un prototype de "petit monde"	Lab-STICC														
Tâche 4	Evaluations grande échelle	LIG														
ST 4.1	Evaluer les différents compagnons et l'IHM de plasticité	LIG														
ST 4.2	Evaluer le collectif de compagnons et l'IHM de plasticité	LTCI														
ST 4.3	Evaluer le prototype de "petit monde"	Lab-STICC														

- La valorisation sera discutée lors de chaque Comité de Pilotage mais plus particulièrement après chaque expérimentation
- Les sous-tâches ST2.1 et ST2.2 seront soutenues par deux thèses
- Les tâches de développement seront essentiellement réalisées par l'embauche de deux ingénieurs
- Quatre jalons ponctuent le déroulement du projet (voir ci-dessous)
- Les périodes d'expérimentation sont de couleur orange
- La tâche de développement du prototype se termine en fin de projet (T0+42) car les 3 derniers mois seront consacrés à la pérennisation du code et à sa mise à disposition à la communauté scientifique.

3.4.2 CALENDRIER DU PROJET : JALONS

N°	Nom	Tâches	Date attendue	Mesure de vérification	Conséquences
J1	Cadrage amont	1	T0+6	Vision partagée des partenaires sur le scénario d'usage et les exigences utilisateurs	Ce jalon déclenche le début de la tâche de développement
J2	Cohérence et convergence des développements unitaires	3	T0+9	Cohérence et convergence des démonstrateurs unitaires (robot, personnage virtuel) vérifiées et validées par les partenaires	Ce jalon autorise la poursuite des développements unitaires et déclenche le démarrage des développements du collectif de compagnons et de l'interface de plasticité
J3	Démarrage du « petit monde »	3	T0+18	Démonstrateurs unitaires et 1 ^{ère} version de l'IHM de plasticité présentés aux utilisateurs	Ce jalon déclenche le démarrage des développements du prototype de « petit monde »
J4	Finalisation du « petit monde »	3	T0+30	Démonstrateur du collectif de compagnons et 2 ^{ème} version de l'IHM de plasticité présentés aux utilisateurs	Ce jalon finalise le cadrage de la dernière expérimentation

3.4.3 ANALYSE DES RISQUES ET SOLUTIONS DE REPLI ENVISAGEES

Ce projet ne présente pas de risques majeurs ; les membres du consortium se connaissent, sont expérimentés et maîtrisent les technologies qu'ils proposent d'utiliser.

3.4.4 TABLEAU RECAPITULATIF DES LIVRABLES

Les livrables sont de nature variée : rapports internes et publics, vidéo de présentation du projet et des résultats, logiciels libres. Les livrables de chaque tâche sont sous la responsabilité de chaque responsable de tâche.

Tâche	Livrable	Titre livrable	Date
0	L0.1	Accord de consortium	T0+12
	L0.2	Rapports d'avancement ANR à mi parcours et en fin de projet incluant les actions de valorisation	T0+24, T0+42
	L0.3	Vidéo de présentation du projet et de ses objectifs	T0+12
	L0.4	Vidéo de présentation des résultats du projet	T0+42
1	L1.1	Description et modélisation BRAHMS du scénario	T0+3
	L1.2	Rapport de fin d'expérimentation et d'analyse des exigences utilisateur	T0+6
2	L2.1	Rapport sur le modèle computationnel de personnalité et	T0+36

		des comportements	
	L2.2	Rapport sur le modèle de plasticité des compagnons et des deux IHM associées	T0+36
3	L3.1	Mise à disposition sous forme de logiciel libre des compagnons virtuels	T0+42
	L3.2	Mise à disposition sous forme de logiciel libre des composants logiciels pour compagnons robots	T0+42
	L3.3	Rapport sur l'architecture du « petit monde »	T0+42
4	L4.1	Rapports d'expériences pour ST4.1 et ST4.2	T0+20, T0+32
	L4.2	Rapport de fin de projet et de perspectives. Ce rapport sera rendu public.	T0+42

4. STRATEGIE DE VALORISATION, DE PROTECTION ET D'EXPLOITATION DES RESULTATS

Cette recherche étant exploratoire, nous mettrons en œuvre notre stratégie de valorisation, de protection et d'exploitation des résultats selon 3 axes, à savoir :

- **Communication scientifique** : elle se fera par la publication dans des revues scientifiques et dans des actes de congrès. Une attention particulière sera portée aux conférences organisées en Europe pour privilégier la rencontre avec les partenaires cités au paragraphe 2.2.
- **Communication auprès du grand public** : elle se fera par la publication dans des revues de vulgarisation scientifique ; nous mettrons en place un site web dédié au projet et nous veillerons à l'actualiser régulièrement. Les expérimentations à grande échelle (RoboFesta et/ou de la Fête de la Science et/ou au domicile de quelques familles) seront l'occasion de présenter au plus grand nombre l'avancement de nos travaux. Nous avons aussi prévu la réalisation de deux vidéos qui présenteront le projet, ses objectifs et les résultats obtenus (en début et fin de projet). Bien entendu, ces vidéos seront mises à la disposition de l'ANR.
- **Valorisation auprès d'entreprises**. Le projet que nous proposons aujourd'hui ne fait pas intervenir d'entreprise partenaire car les retombées en termes de marché sont encore éloignées et nous souhaitons mettre l'accent sur des aspects plus académiques. Toutefois, de par des projets antérieurs, les laboratoires ont tissé des relations de partenariat avec des entreprises comme SONY, Robosoft, Aldebaran, etc. Nous communiquerons donc naturellement nos résultats à ces entreprises qui nous sont proches. Par ailleurs, nous identifierons un panel d'entreprises susceptibles d'être intéressées par nos travaux et nous les contacterons pour envisager des collaborations, voire des transferts de technologie.

En terme de protection intellectuelle, nous prévoyons de diffuser les logiciels développés en logiciel libre. Nous prendrons conseil auprès des services de valorisation de nos universités.

5. DESCRIPTION DU PARTENARIAT

5.1. DESCRIPTION, ADEQUATION ET COMPLEMENTARITE DES PARTENAIRES

5.1.1 PRESENTATION DES PARTENAIRES

Le projet « MoCA » regroupe quatre grands laboratoires de recherche français : 3 UMR CNRS et 1 UPR CNRS. Voici ci-dessous une présentation de chacun d'entre eux.

Lab-STICC : Laboratoire en Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et de la Connaissance, UMR 3192

Le Laboratoire en Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et de la Connaissance (Lab-STICC, UMR 3192) rassemble actuellement sous le thème principal « des capteurs à la connaissance », plus de 350 chercheurs, enseignants-chercheurs, doctorants et techniciens. Le Lab-STICC est l'une des références en recherche sur les systèmes communicants, étudiés aussi bien dans leur constitution matérielle et logicielle, que dans leur mise en œuvre dans des thématiques applicatives favorisées par le contexte local. Il intègre en particulier le Centre Européen de Réalité Virtuelle (CERV)³¹ ainsi que le Laboratoire d'Observation des Usages des Technologies de l'Information et de la Communication (LOUSTIC).

L'équipe RIMH (Robotique et Interaction Multimodale vers le Handicap) du laboratoire Valoria de l'Université Bretagne-Sud rejoint l'équipe IHSEV (Interactions Humains Systèmes et Environnements Virtuels) du pôle CID (Connaissance, Information, Décision) du Lab-STICC en janvier 2011 et c'est à ce titre qu'elle participera au projet « MoCA ». Elle s'est spécialisée dans le domaine de la robotique cognitive, sociale et affective. Elle s'intéresse plus particulièrement à l'apport des robots à la qualité de vie et au réconfort des personnes. Suite à une première étude avec des enfants et le robot-peluche thérapeutique Paro développé par le laboratoire AIST (Japon)³², l'équipe a été le porteur du projet « EmotiRob, le robot compagnon » (ANR 2007-2009). L'objectif de ce projet était de concevoir un robot-peluche autonome réactif, susceptible d'apporter du réconfort à des enfants fragilisés (par exemple, des enfants en hospitalisation longue). Une des spécificités du robot-peluche développé (robot Emi) est de pouvoir réagir au comportement de l'enfant en simulant des émotions par les mouvements du corps, les traits du visage et par l'émission de petits sons simples. Ce robot garde les qualités du robot Paro : peluche de contact agréable, présence de capteurs, etc. mais est doté de capacités de perception et de compréhension de la langue naturelle pour construire une représentation formelle de l'état émotionnel de son interlocuteur et ainsi donner à ses réactions un caractère aussi naturel que possible.



³¹ <http://www.cerv.fr/>

³² National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) - <http://www.parorobots.com/>

Le projet « Robadom » (ANR-TECSAN 2009-2012) a quant à lui pour objectif de mesurer l'impact d'un robot majordome à domicile sur l'état psychoaffectif et cognitif de personnes âgées ayant des troubles cognitifs. Le projet cherche à évaluer le bénéfice d'un robot à tête humanoïde expressive apportant des services adaptés aux déficits et aux besoins de la personne.

LIG : Laboratoire d'Informatique de Grenoble, UMR 5217, équipe MAGMA et équipe IIHM

Le Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG) rassemble actuellement près de 500 chercheurs, enseignants-chercheurs, doctorants et techniciens, répartis en 24 équipes de recherche. Les activités du LIG se déclinent en quatre grands thèmes scientifiques, qui sont les infrastructures informatiques, le logiciel, l'interaction et le traitement des connaissances. Deux équipes participeront au projet : d'une part l'équipe MAGMA et l'équipe IIHM (Ingénierie de l'Interaction Homme-Machine).

L'équipe MAGMA s'intéresse à l'ingénierie des systèmes multi-agents, à la modélisation et la simulation de systèmes sociaux complexes et à la planification autonome et distribuée entre agents. En ce qui concerne la thématique ACA, l'équipe se focalise sur la prise en compte de la dimension émotionnelle dans la communication Humain-ACA et a développé un langage de conversation multimodal expressif pour ACA.

Les recherches de l'équipe IIHM couvrent les concepts, les modèles et les outils logiciels nécessaires à la conception, à la mise en œuvre et à l'évaluation de nouvelles formes d'interaction au service des personnes. L'innovation que vise IIHM s'appuie résolument sur les principes directeurs de l'ergonomie cognitive. Un de ses axes majeurs de recherche est la plasticité des interfaces personne-système.

La pépinière d'expérimentation scientifique du laboratoire LIG sera sollicitée pour le projet.

LIMSI : Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur, UPR 3251

Le Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur (LIMSI) est une unité propre de recherche du CNRS associée aux Universités UPMC et Paris-Sud 11.

Environ 120 permanents et une soixantaine de doctorants, y mènent des recherches pluridisciplinaires, en Mécanique et Energétique et en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication.

Deux groupes du département Communication Homme-Machine du LIMSI interviendront dans le projet : le groupe CPU (Cognition Perception Usages) qui est dirigé par Jean-Claude Martin, et le groupe AMI (Architectures et Modèles pour l'Interaction) qui est dirigé par Jean-Paul Sansonnet. Le groupe CPU a pour objectif l'étude des processus naturels ou artificiels qui mettent en jeu des capacités cognitives sous l'angle de la modélisation, de la perception et de la cognition spatiale et sous l'angle des usages. Le groupe AMI a pour objet d'étude les phénomènes d'interaction entre les humains et les machines informatiques.

LTCI : Laboratoire Traitement et Communication de l'Information, UMR 5141

TELECOM ParisTech (auparavant Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications) est l'une des grandes écoles d'ingénieurs françaises et est considérée comme la première en sciences et technologies de l'information. Le Laboratoire Traitement et Communication de l'Information LTCI est une unité mixte de recherche (UMR 5141) entre le CNRS et TELECOM ParisTech. Il regroupe environ 160 chercheurs et enseignants-chercheurs permanents, 270 doctorants ainsi que 60 post-doctorants et ingénieurs contractuels. Ses recherches se situent dans les thématiques du signal, des communications numériques et de la reconnaissance des formes.

L'équipe Greta, dirigée par Catherine Pelachaud, interviendra dans le projet. La recherche de cette équipe est axée sur le développement de la plate-forme d'ACA Greta. Greta est un personnage de type humain virtuel (femme). Greta est programmée pour communiquer verbalement, non-verbalement et être socialement attentive et réactive. Elle peut prendre le rôle d'un compagnon, d'un conteur, d'un tuteur virtuel ou de personnages de jeux.

5.1.2 COMPLEMENTARITE DES PARTENAIRES

Les quatre partenaires ont des compétences complémentaires :

- Le Lab-STICC, porteur du projet, apporte ses compétences en robotique et plus particulièrement en robotique cognitive, sociale et affective. Il apporte aussi son expérience sur les robots-peluche compagnons dans les usages de la vie de tous les jours. De plus, le Lab-STICC mettra à la disposition du projet sa plate-forme d'utilisabilité (LOUSITC).
- Le LIG apporte les compétences de deux équipes : (1) l'équipe MAGMA, en systèmes multi-agents (planification distribuée, modélisation des activités et interactions) et en interaction multimodale expressive humain-ACA, (2) l'équipe IIHM, en plasticité des interfaces homme-machine (IHM) et programmation par l'utilisateur. De plus, le LIG mettra à la disposition du projet les compétences de sa pépinière d'expérimentation scientifique (Marvelig) spécialisée dans l'accompagnement et l'aide à la mise en place de protocoles expérimentaux.
- Le LIMSI apporte ses compétences sur les interfaces multimodales et personnages virtuels expressifs, sur les agents conversationnels et sur les modèles de personnalité : modèles en psychologie et psychologie sociale, modèles computationnels.
- Le LTCI apporte ses compétences sur les ACA de type humains virtuels expressifs et sur les comportements non-verbaux (face, regard, geste, corps,...). Le LTCI a également développé des compétences en couplant le robot NAO³³ à son architecture logicielle d'animation des ACA.

³³ robot Nao de la société Aldebaran : <http://www.aldebaran-robotics.com/>

Les partenaires du projet « MoCA » ont une expérience reconnue dans chacun de leur domaine. Il se connaissent tous et collaborent ou ont collaboré scientifiquement, le plus souvent dans le cadre de projets bilatéraux :

- Le LIMSI et le LIG (équipe MAGMA) sont actuellement partenaires d'une coopération internationale STIC-AMSUD entre le Brésil, la France et l'Argentine. Cette coopération porte sur les ACA dans les applications pédagogiques. Ils animent conjointement le Groupe de Travail français consacré aux Agents Conversationnels Animés (GT ACA³⁴), groupe de travail qu'ils ont créé en 2004 et qui a organisé quatre éditions de la conférence nationale sur ce thème (Workshop WACA). Cette communauté française regroupe actuellement de l'ordre de 120 chercheurs.
- Le LIG et le LTCI sont partenaires dans le projet ANR CECIL (Complex Emotions in Communication, Interaction, and Language) qui se termine mi 2012. Ils partagent la même architecture logicielle pour la génération du comportement des personnages virtuels (architecture générique et modulaire conforme au standard international SAIBA (Situation Agent Intention Behavior Animation)).
- Une coopération a débuté en 2010 entre l'équipe MAGMA et l'équipe RIMH (une publication commune et un co-encadrement de master en 2011) sur le thème des apports respectifs des deux catégories de dispositifs, robots et ACA, et leur acceptabilité dans les usages quotidiens. Il s'agit de mieux comprendre, mieux identifier, les apports, les limites, les rôles respectifs de chacun des dispositifs. Les deux équipes travaillent actuellement sur la définition d'un langage de conversation multimodal, commun aux ACA et aux robots. C'est de ce rapprochement des problématiques scientifiques qu'est née l'idée du projet « MoCA ».

5.1.3 LES PARTENAIRES COMPAGNONS VIRTUELS ET ROBOTS

La figure ci-dessous regroupe les différents dispositifs robots et personnages virtuels disponibles dans nos laboratoires.



³⁴ <http://www.limsi.fr/aca/>

5.2. QUALIFICATION DU COORDINATEUR DU PROJET

Dominique Duhaut est Professeur à l'Université de Bretagne Sud (UBS) depuis octobre 2000. Il a été organisateur de la compétition internationale de robots footballeurs RoboCup 1998 et membre du comité international d'organisation de la RoboCup de 1997-2002. Il a été coordinateur de projets (1) projet européen TMR « Training and Mobility for Researchers » : EUROBOT 98 (2) projet MAAM du programme Robea du CNRS (2001-2005) et (3) projet EmotiRob du programme ANR PsiRob « Programme systèmes interactifs et Robotique » (2007-2010). Il a aussi participé à des contrats de recherche industriels (1) avec l'entreprise Mathématique Appliquées SA pour la construction d'une équipe de robots footballeurs, (2) avec l'entreprise SONY pour des recherches sur les robots chiens de compagnie AIBO et (3) avec la Cité des Sciences et de l'Industrie pour la construction d'un robot hexapode.

Enfin, il a participé à des projets de recherche régionaux et nationaux ; le dernier en cours (fin en 2012) est le projet Robadom du programme ANR TecSan « Technologies pour la Santé et l'autonomie » qui s'intéresse à l'impact d'un robot majordome à domicile sur l'état psychoaffectif et cognitif de personnes âgées ayant des troubles cognitifs légers.

5.3. QUALIFICATION, ROLE ET IMPLICATION DES PERSONNELS DES LABORATOIRES

Le tableau ci-dessous renseigne sur les chercheurs impliqués dans le projet. Chaque laboratoire implique des chercheurs confirmés mais aussi de jeunes chercheurs prometteurs, nouvellement recrutés.

Remarque : Pour un projet ANR, le pourcentage de temps de travail des enseignants-chercheurs repose sur le temps de recherche (considéré à 100%). Ainsi un enseignant-chercheur qui consacre la totalité de son temps de recherche à un projet pendant un an sera considéré comme participant à hauteur de 12 personnes-mois. Pour le calcul du coût complet, son salaire est compté à 50%.

Lab-STICC	Nom	Discipline	P.mois	Compétences apportées au projet
Coordinateur	D. DUHAUT (Pr)	Informatique	20	Robotique affective, interaction et relation humain-robot
membres	P. DE LOOR (Pr)	Informatique	10	Systèmes cognitifs artificiels
	B. LE PEVEDIC (MCF)	Informatique	20	Robotique affective
	E. BEVACQUA (MCF)	Informatique	32	Personnages virtuels et ACA, expression multimodale des émotions
LIG	Nom	Discipline	P.mois	Compétences apportées au projet
Responsable	S. PESTY (Pr)	Informatique	18	Interaction expressive multimodale homme-ACA, interaction dans les SMA
membres	G. CALVARY (Pr)	Informatique	18	IHM, plasticité des interfaces
	H. FIORINO (MCF)	Informatique	10	Coordination, planification distribuée en SMA
	J. DUGDALE (MCF)	Informatique	10	Modélisation de scénarios dans les SMA

	C. ADAM (MCF)	Informatique	30	Informatique affective, compagnons ACA/robot et relation à long-terme
	N. MANDRAN (IgR)	Psychologie	6	Démarche expérimentale, Statistiques Méthodes en sciences humaines et sociales
LIMSI	Nom	Discipline	P.mois	Compétences apportées au projet
Responsable	JC. MARTIN (Pr)	Informatique	18	Humains virtuels, interfaces multimodales, expressions faciales et posturales des émotions
membres	JP. SANSONNET (DR)	Informatique	12	Modèles informatiques de personnalité pour ACA
	C. CLAVEL (MCF)	Psychologie	26	Modèle de personnalité en psychologie et psychologie sociale
LTCI	Nom	Discipline	P.mois	Compétences apportées au projet
Responsable	C. PELACHAUD (DR)	Informatique	6	ACA, modélisation du comportement non verbal et émotionnel
membres	M. OCHS (Chercheur contractuel)	Informatique	10	Modèles comportementaux sociaux
	R. NIEWIADOMSKI (Chercheur contractuel)	Informatique	10	Modèles comportementaux multimodaux expressifs

6. JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DES MOYENS DEMANDES

Ce projet exploratoire implique quatre laboratoires de recherche répartis géographiquement (Brest, Paris, Orsay, Grenoble) et coordonne l'activité de nombreux chercheurs permanents (2 Directeurs de Recherche CNRS, 5 Professeurs des Universités, 6 Maîtres de Conférence). Les frais de missions sont donc légèrement supérieurs à la moyenne habituelle des projets ANR. Par contre, les robots que nous utiliserons ont déjà été financés sur d'autres contrats.

6.1. PARTENAIRE 1 : LABORATOIRE LAB-STICC

Le Lab-STICC est le porteur du projet et implique quatre permanents.

Personnel

Le développement logiciel associé à la Tâche 3 (ST3.1, ST3.4, ST3.5) nécessite l'embauche d'un ingénieur de recherche sur une période de 36 mois, soit **197 532 €**

Missions

- Gestion du projet et frais de représentation pour D. Duhaut (porteur du projet), 500 € / an * 3 ans, soit **1 500 €**
- Réunions de pilotage du consortium pour D. Duhaut : 1 réunion de lancement puis 1 réunion tous les 6 mois et 1 réunion de clôture du projet, soit 8 réunions * 500 € pour un total de **4 000 €**

- Réunions de coordination scientifique et technique pour trois personnes : 8 réunions (2 réunions par an, réunion de lancement et réunion de clôture), soit $3 \times 8 \times 500 \text{ €} = 12\,000 \text{ €}$
- Participation à des conférences nationales : 12 missions de 2 jours à répartir sur la durée du projet et les chercheurs concernés, soit $12 \times 750 \text{ €} = 9\,000 \text{ €}$
- Participation à des conférences internationales : 6 missions * 2 000 € = **12 000 €**

Total missions : **38 500 €**

Dépenses justifiées sur une procédure de facturation interne

L'utilisation de la plate-forme LOUSTIC et de ses équipements d'observation (eye tracker, logiciel Captiv de TEA, etc.) pour conduire les évaluations pendant 3 mois est estimée à **8 000 €**.

Autres dépenses de fonctionnement

- Un poste de travail pour l'ingénieur recruté, soit **2 500 €**
- Des dépenses de fonctionnement courantes, soit **2 000 €**
- Trois stages de master de 6 mois chaque, soit $3 \times 6 \times 400 \text{ €} = 7\,200 \text{ €}$
- Provisions pour maintenance des robots, **5 000 €**

Pour le laboratoire Lab-STICC, les dépenses sont donc estimées à : **260 732 €**

6.2. PARTENAIRE 2 : LABORATOIRE LIG

Le LIG intègre dans le projet deux équipes : l'équipe IIHM et l'équipe MAGMA. A ce titre 6 permanents sont mobilisés.

Personnel

Un doctorant sera recruté pour les recherches sur la plasticité des compagnons dans le cadre des Tâches 2 et 3 (ST2.2, ST3.3, ST3.5), soit **122 400 €** sur la durée du projet.

Le sujet de thèse correspondra au descriptif donné dans ces tâches.

Missions

- Réunions de pilotage du consortium pour S. Pesty : 1 réunion de lancement puis 1 réunion tous les 6 mois et 1 réunion de clôture du projet, soit 8 réunions * 500 € pour un total de **4 000 €**
- Réunions de coordination scientifique et technique pour trois personnes en moyenne : 8 réunions (2 réunions par an, réunion de lancement et réunion de clôture), soit $3 \times 8 \times 500 \text{ €} = 12\,000 \text{ €}$
- Participation à des conférences nationales : 16 missions de 2 jours à répartir sur la durée du projet et les chercheurs concernés, soit $16 \times 750 \text{ €} = 12\,000 \text{ €}$
- Participation à des conférences internationales : 8 missions * 2 000 € = **16 000 €**

Total missions : **44 000 €**

Dépenses justifiées sur une procédure de facturation interne

L'utilisation des personnels de la pépinière d'expérimentation Marvelig pour préparer les plans d'expérimentation et réaliser les campagnes d'évaluation est estimée à **8 000 €** (2 mois de personnels et 4 déplacements sur le site d'expérimentation en Bretagne)

Autres dépenses de fonctionnement

- Un poste de travail pour le Doctorant, soit **2 500 €**
- Des dépenses de fonctionnement courantes, soit **2 000 €**
- Deux stages de master de 6 mois chaque, soit $2 \times 6 \times 400 \text{ €} = 4\,800 \text{ €}$

Pour le laboratoire LIG, les dépenses sont donc estimées à : **183 700 €**

6.3. PARTENAIRE 3 : LABORATOIRE LTCl

Le LTCl mobilise dans le projet un permanent et deux chercheurs contractuels.

Personnel

Un ingénieur de recherche est embauché sur une période de 24 mois pour le développement logiciel des compagnons virtuels (ST3.2, ST3.4), soit **131 688 €**

Missions

- Réunions de pilotage du consortium pour C. Pelachaud : 1 réunion de lancement puis 1 réunion tous les 6 mois et 1 réunion de clôture du projet, soit 8 réunions * 500 € pour un total de **4 000 €**
- Réunions de coordination scientifique et technique pour deux personnes en moyenne : 8 réunions (2 réunions par an, réunion de lancement et réunion de clôture), soit $2 \times 8 \times 500 \text{ €} = 8\,000 \text{ €}$
- Participation à des conférences nationales : 8 missions de 2 jours à répartir sur la durée du projet et les chercheurs concernés, soit $8 \times 750 \text{ €} = 6\,000 \text{ €}$
- Participation à des conférences internationales : 5 missions * 2 000 € = **10 000 €**

Total missions : **28 000 €**

Autres dépenses de fonctionnement

- Un poste de travail (haute performance graphique pour les personnages virtuels) pour l'ingénieur de recherche, soit **4 000 €**
- Des dépenses de fonctionnement courantes, soit **2 000 €**
- Un stage de master de 6 mois chaque, soit $1 \times 6 \times 400 \text{ €} = 2\,400 \text{ €}$

Pour le laboratoire LTCl, les dépenses sont donc estimées à : **168 088 €**

6.4. PARTENAIRE 4 : LABORATOIRE LIMSI

Le LIMSI mobilise dans le projet trois permanents.

Personnel

Un doctorant sera recruté pour les travaux sur la personnalité et les comportements des compagnons dans le cadre des Tâches 2 et 3 (ST2.1, ST3.2, ST3.5), soit **122 400 €**

Le sujet de thèse correspondra au descriptif donné dans ces tâches.

Missions

- Réunions de pilotage du consortium pour JC. Martin : 1 réunion de lancement puis 1 réunion tous les 6 mois et 1 réunion de clôture du projet, soit 8 réunions * 500 € pour un total de **4 000 €**
- Réunions de coordination scientifique et technique pour deux personnes en moyenne : 8 réunions (2 réunions par an, réunion de lancement et réunion de clôture), soit $2 \times 8 \times 500 \text{ €} = \mathbf{8\,000\,€}$
- Participation à des conférences nationales : 12 missions de 2 jours à répartir sur la durée du projet et les chercheurs concernés, soit $12 \times 750 \text{ €} = \mathbf{9\,000\,€}$
- Participation à des conférences internationales : 8 missions * 2 000 € = **16 000 €**

Total missions : **37 000 €**

Autres dépenses de fonctionnement

- Un poste de travail (haute performance graphique pour les personnages virtuels) pour le Doctorant, soit **4 000 €**
- Des dépenses de fonctionnement courantes, soit **2 000 €**
- Trois stages de master de 6 mois chaque, soit $3 \times 6 \times 400 \text{ €} = \mathbf{7\,200\,€}$

Pour le laboratoire LIMSI, les dépenses sont donc estimées à : **172 600 €**

6.5. RECAPITULATIF FINANCIER DU PROJET

Le tableau ci-dessous présente le récapitulatif financier du projet.

	Lab-STICC	LIG	LIMSI	LTCI
Personnes.mois (total)	118	128	92	50
Personnes.mois (laboratoires)	82	92	56	26
Personnes.mois (demande ANR)	36	36	36	24
Personnel demandé ANR	197 532	122 400	122 400	131 688
Fonctionnement	16 700	9 300	13 200	8 400
Facturation interne	8 000	8 000	0	0
Mission	38 500	44 000	37 000	28 000
Demande ANR (incluant frais gestion)	271 161	191 048	179 504	174 812

Total demande ANR : **816 525 €uros**

Un tableau détaillé des efforts en personnes.mois est disponible en annexe 7.5.

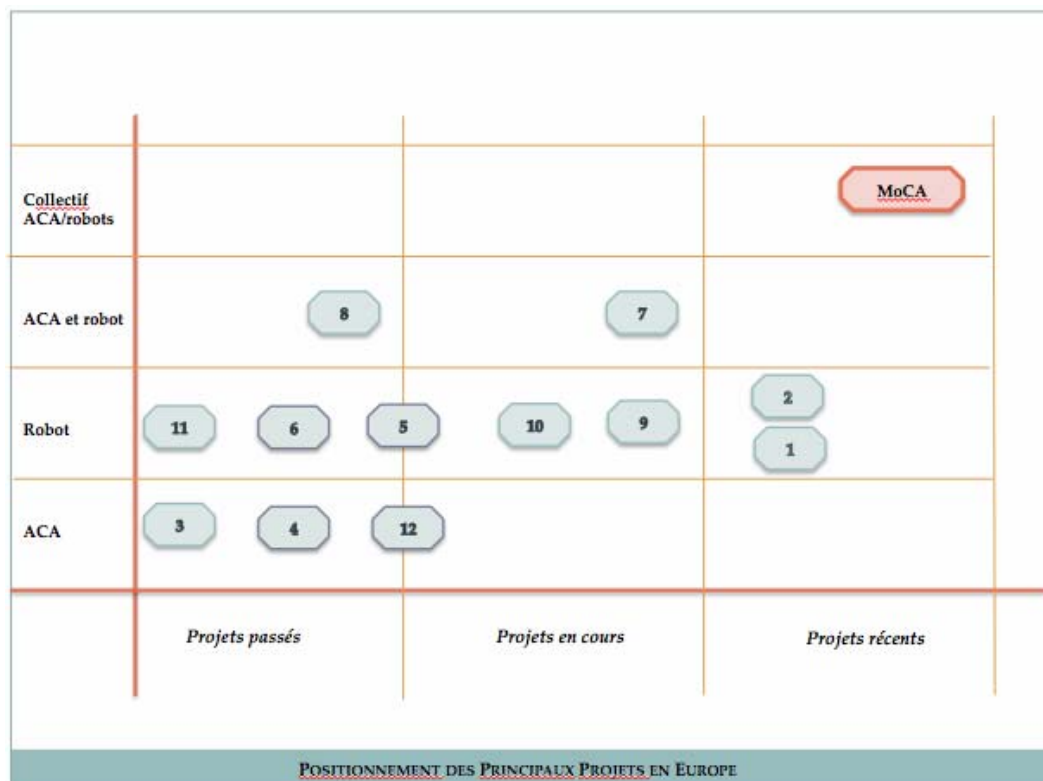
7. ANNEXES

7.1. BIBLIOGRAPHIE

- Burnett, M., Cook, C., Pendse, O., Rothermel, G., Summet, J., & Wallace, C. (2003). End-user software engineering with assertions in the spreadsheet paradigm. *ICSE*, (pp. 93-103).
- Bellifemine, F., Caire, G., & Greenwood, D. (2007). *Developping Multi-Agent Systems with JADE*. Wiley.
- Bickmore, T. W., & Picard, R. W. (2005). Establishing and maintaining long-term human-computer relationships. *ACM Transactions on Human-Computer Interaction* , 12(2).
- Bordini, R., Hübner, J., & Wooldridge, M. (2007). *Programmings Multi-Agent Systems in AgentSpeak using Jason*. Wiley.
- Bratman, M. (1987). *Intentions, Plans, and Practical Reason*. Harvard University Press.
- Brown, P., & Levinson, S. C. (1987). *Politeness - Some universals in language usage*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cypher, A. (1993). *Watch what I do*. The MIT Press.
- Clancey, W. J. (1997). *Situated cognition: On human knowledge and computer representations* . Cambridge: Cambridge University Press.
- Cockton, G. (2006). Designing worth is worth designing. Dans ACM (Éd.), *Proceedings of the 4th nordic conference on Human computer interaction : changing roles*. oslo.
- Cockton, G. (2004). From quality in use to value in the world. *CHI extended abstracts on human factors in computing systems*. Vienne: ACM.
- Conway, M., & Pausch, R. (1997). Alice: easy to learn interactive 3D graphics. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*. 31(3). ACM.
- Eysenck, H. (1976). *The Measurement of Personality*. Lancaster: Medical and Technical Publishers.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research* . Helsinki: Orienta-Konsultit.
- Duhaut, D. (2010). A way to put empathy in a robot. *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence (ICAI)*. Las Vegas.
- Girard, P. (1992). *Environnement de programmation pour non programmeurs et paramétrage en conception assistée par ordinateur : le système Like*. HDR, Université de Poitiers, Poitiers.
- Ghallab, M., Nau, D., & Traverso, P. (2004). *Automated planning, theory and practice*. (M. Kaufmann, Éd.)
- Grandgeorge, M., & Duhaut, D. (2011). Human-Robot: from Interaction to Relationship. *Proceedings of The 14th International Conference on Climbing and Walking Robots and the Support Technologies for Mobile Machines (CLAWAR2011)*. Paris.
- Gratch, J., & Marsella, S. (2004). A domain-independent Framework for modeling emotion. *Journal of Cognitive Systems Research* , 5, 269-306.
- Jan, D., & Traum, D. R. (2007). Dynamic movement and positioning of embodied agents in multiparty conversations. *6 th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems*.
- Letondal, C. (2005). Participatory programming: developing programmable bioinformatics tools for end-users. Dans H. Lieberman, F. Paterno, & V. Wulf, *End-user development*. Springer/Kluwer Academic Publishers.

- Newman, M., Sedivy, J., Neuwirth, C., Edwards, W., Hong, J., Izadi, S., et al. (2002). Designing for serendipity: supporting end-user configuration of ubiquitous computing environments. *Designing interactive systems (DIS)*, (pp. 147-156). London.
- Nikolai, C., & Madey, G. (2008). Tools of the Trade: A Survey of Various Agents Based Modeling Platforms. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 12.
- McCrae, R., & Costa, P. (1987). Validation of the Five-factor Model of Personality across Instruments and Observers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52, 81-90.
- Mischel, W., Shoda, Y., & Smith, R. (2004). *Introduction to personality: toward and integration* (éd. 7th edition). Hoboken, NJ: J. Wiley and sons.
- Mischel, W., Shoda, Y., & Smith, R. (2004). *Introduction to personality: Towards an Integration*. Hoboken, NJ: J. Wiley & Sons.
- Pane, J. (2002). *A programming system for children that is designed for usability*. PhD thesis, Carnegie Mellon University.
- Poggi, E., Pelachaud, C., & de Rosier, F. (2000). Eye Communication in a Conversational 3D Synthetic Agent. *The European Journal on Artificial Intelligence, Special Issue of Artificial Intelligence Communications*, 13, 169-181.
- Prendinger, H., & Ishizuka, M. (2001). Social role awareness in animated agents. *International Conference on Autonomous Agents*, (pp. 270-277).
- Sierhuis, M., Clancey, W. J., & van Hoof, R. (2007). Brahms: A multiagent modeling environment for simulating work processes and practices. *International Journal of Simulation and Process Modelling*, 3, 134-152.
- Smith, D. (1977). *Pygmalion: a computer program to model and stimulate creative thought*. Basel, Stuttgart: Birkhauser Verlag.
- Repenning, A., & Ioannidou, A. (2004). Agent-based end-user development. *Communications of the ACM*, 47(9), 43-46.
- Rivière, J., & Pesty, S. (2010). Actes de langage et émotions: vers un langage de conversation multimodal. *Journées Francophones des Systèmes Multi-Agents*, (pp. 107-116). Mahdia, Tunisie.
- Rivière, J., Adam, C., Pesty, S., Pelachaud, C., Guirau, N., Dominique Longin, D., et al. (2011). Expressive Multimodal Conversational Acts for SAIBA Agents. *11th International Conference on Intelligent Virtual Agents*. Reykjavik.
- Robins, R., Caspi, A., & Moffitt, T. (2000). Two personalities, one relationship: both partners' personality traits shape the quality of their relationships. *Journal of personality and social psychology*, 79, 251-259.
- Rodden, T., Crabtree, A., Hemmings, T., Koleva, B., Humble, J., Akesson, K., et al. (2004). Configuring the ubiquitous home. *ACM Symposium on designing interactive systems*. Cambridge, Massachusetts: ACM Press.
- Thevenin, D., & Coutaz, J. (1999). Plasticity of user interfaces: framework and research agenda. Dans I. I. Press (Éd.), *Interact* (pp. 110-117). Edinburgh: A. Sasse & C. Johnson Eds.
- Thórisson, K. (2002). Natural Turn-Taking Needs No Manual: Computational Theory and Model, from Perception to Action. Dans B. Granström, D. House, & I. Karlsson (Éd.), *Multimodality in language and speech systems* (pp. 173-207). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Tobias, R., & Hofmann, C. (2004). Evaluation of free Java-libraries for social-scientific agent based simulation. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 7.

7.2. CARTE DE POSITIONNEMENT DU PROJET « MoCA » PAR RAPPORT AUX PRINCIPAUX PROJETS FRANÇAIS ET EUROPEENS RELATIFS AUX COMPAGNONS ARTIFICIELS



Remarque : Dans les projets 4, 5, 6 et 12, un des partenaires du consortium « MoCA » était (est) présent.

N°	Photo	Nom du projet			
1		Robot Companions for citizens	Europe FET Flagship	http://www.robotcompanions.eu/home	2011-...
2		Robots for daily life	Suisse	http://www.nccr-robotics.ch	2011-...
3		Companions	Europe FP6	www.companions-project.org	2006 - 2010
4		SEMAINE	Europe FP7	www.semaine-project.eu	2008 - 2010
5		Robadom	France ANR	www.robodom.vermeil.org	2010 - 2012
6		EmotiRob : le robot compagnon	France ANR	http://www.valoria.univ-ubs.fr/emotirob	2008 - 2010
7		LIREC : Living with Robots and Interactive Companions	Europe FP7	http://lirec.eu	2007 - 2013
8		SERA : Social Engagement with Robots and Agents	Europe FP7	http://project-sera.eu	2008 - 2010
9		KSERA : Knowledgeable Service Robots for Aging	Europe FP7	http://ks-era.ieis.tue.nl	2010 - 2013
10		CompanionAble : Mobile Robot Companion , Smart Home	Europe FP7	http://www.companionable.net/	2008 - 2011
11		Cogniron : The Cognitive Robot Companion	Europe FP6	http://www.cogniron.org/final/Home.php	2004 - 2007
12		CECIL : Complex Emotions in Communication Interaction and Language	France ANR	http://www.irit.fr/CECIL/	2009 - 2012

7.3. EXEMPLE DE TRAME DE SCENARIO D'USAGE

Titre du scénario : « MoCA : Mon petit monde de compagnons artificiels »

Les principaux personnages :

- **Zoé**, l'enfant intrépide qui aime jouer plutôt que faire ses devoirs en rentrant de l'école
- **Moca**, robot compagnon mobile de Zoé, présent au domicile, dont les rôles sont : surveillance bienveillante, encouragement scolaire et réconfort
- **Tom**, le compagnon virtuel du terminal de poche de Zoé quand elle est hors du domicile dont le rôle est : rappel des contraintes (horaires, lieux, etc.)
- **Prof**, le compagnon virtuel de l'ordinateur de Zoé dont le rôle est : assistance au devoirs

- **Martine**, la mère de Zoé qui a une activité professionnelle débordante
- **Rabbit**, le robot compagnon fixe de Martine, présent sur son bureau professionnel, dont le rôle est de diffuser des informations de type météo, bourse, trafic routier mais son rôle essentiel est de rassurer Martine sur les activités de Zoé et de l'alerter si nécessaire
- **Ben**, le compagnon virtuel du terminal de poche de Martine dont le rôle est de l'aider dans la gestion de son agenda. Il prend le relais de Rabbit lorsqu'elle n'est plus au bureau
- **Speedy**, le compagnon artificiel de la voiture de Martine ; compagnon à modalité uniquement vocale dont le rôle est d'aider à la navigation routière et de prendre le relai de Rabbit lors des déplacements de Martine en voiture

Acte I, Scène 1 :

Zoé rentre de l'école, Martine est encore au travail. Zoé est accueillie par son compagnon Moca qui lui demande si elle a passé une bonne journée et l'invite à prendre son goûter puis à travailler. Zoé s'installe à son ordinateur mais n'aime pas trop les mathématiques. Prof, son compagnon sur écran, l'encourage et la conseille pour l'exercice. Zoé a terminé et part jouer dans le jardin ; Moca lui rappelle de prendre Tom dans sa poche. Rabbit, le compagnon de Martine, installé sur son bureau, est régulièrement informé.

Acte I, scène 2 :

Zoé est maintenant partie jouer dans le jardin. Zoé traîne, il est tard, Tom lui dit de rentrer rapidement.

Acte I, scène 3 :

Zoé est rentrée à la maison ; elle joue dans le salon mais tombe et pleure. Zoé prend Moca dans ses bras ; Moca réconforte Zoé et prévient les compagnons de Martine : Rabbit, Ben et Speedy.

Acte II, scène 1 :

Martine est au bureau ; elle est prévenue par Rabbit que Zoé est tombée et qu'elle demande que sa mère lui téléphone.

...

7.4. BIOGRAPHIES DES RESPONSABLES

Lab-STICC : Dominique DUHAUT

Dominique Duhaut est Professeur à l'Université Bretagne-Sud. Il a passé une thèse de troisième cycle en 1982 à l'université Pierre et Marie Curie et une HDR en 1999 sur le sujet « Contribution à l'étude de la programmation en robotique : des aspects temps-réels aux systèmes multi-agents ». Son activité de recherche est tournée vers la programmation des robots, les systèmes multi-agents et la robotique émotionnelle. Il a dirigé divers projets nationaux de recherche (CNRS et ANR) en robotique, a participé à des projets européens et a été responsable d'un projet européen. Il intervient comme expert pour l'ANR et la communauté européenne FP6 & FP7. Il a aussi un intérêt pour la promotion de la science à travers l'organisation de compétitions de robot (membre du comité directeur de la RoboCup de 1996-2002, membre du bureau du mouvement RoboFesta). Il a plus de 90 publications scientifiques au niveau national et international.

LIG : Sylvie PESTY

Sylvie Pesty est Professeur à l'Université de Grenoble ; elle effectue ses recherches dans l'équipe MAGMA (thématique des Systèmes Multi-Agents) du Laboratoire d'Informatique de Grenoble. Elle s'intéresse à la prise en compte de l'expressivité et de la dimension émotionnelle dans les architectures d'ACA et tout particulièrement dans l'interaction humain-ACA. Elle est engagée actuellement dans une coopération internationale avec le Brésil portant sur les Agents Pédagogiques Affectifs et dans un projet ANR CECIL (Complex Emotions in Communication, Interaction, and Language) qui se termine en 2012. Elle est membre de plusieurs comités de lecture et de programmes pour des revues et des conférences, et membre d'un comité d'évaluation de l'ANR. Elle anime également la communauté française sur les Agents Conversationnels Animés (<http://www.limsi.fr/aca/>) en collaboration avec Jean-Paul Sansonnet du LIMSI, et publie régulièrement ses résultats de recherche au niveau national et international.

LIMSI : Jean-Claude MARTIN

Jean-Claude Martin est Professeur en Informatique à l'Université Paris Sud XI. Il dirige le groupe CPU (Cognition Perception Usages) au LIMSI. Ses recherches visent à modéliser, concevoir et évaluer des humains virtuels pouvant interagir affectivement avec les utilisateurs. Il est éditeur en chef du Journal on Multimodal User Interfaces publié par Springer. Il est membre élu du bureau exécutif de l'association internationale HUMAINE sur les émotions dans les IHM. Son groupe de recherche a développé la plate-forme MARC qui implémente différentes représentation des états affectifs (catégories, dimensions) et différents modèles émotionnels (évaluation cognitive des émotions). MARC comprend également des éditeurs pour les expressions faciales et posturales ainsi qu'un moteur de rendu temps réel permettant d'animer en temps réel un ou plusieurs personnages avec différents degrés de réalisme. La plate-forme MARC est ou a été utilisée dans plusieurs projets : arts augmentés (projet ANR CARE), autisme (projet co-financé par la Fondation de France) et gériatrie (projet ANR ARMEN), et enseignement (STIC AmSud).

LTCI : Catherine PELACHAUD

Catherine Pelachaud est Directeur de Recherche au CNRS - LTCI, TELECOM ParisTech. Elle a reçu en 1991 un PhD en image de synthèse à l'University of Pennsylvania, Philadelphia, USA. Ses intérêts de recherches incluent les agents conversationnels animés, la modélisation de la communication non verbale (regard, expression faciale, geste), les langages de représentation, les interfaces multimodales. Elle a participé à plusieurs projets nationaux et européens relatifs à la communication multimodale, à la création d'agent conversationnels animés crédibles et expressifs, aux émotions dans les interfaces multimodales. Elle est à l'initiative de la plate-forme d'ACA Greta, un ACA de type humain virtuel, autonome, expressif et qui réagit « en direct » au comportement de l'utilisateur. Elle travaille tout à la fois à développer les capacités de communications des ACA et à étudier la communication et le comportement humains. Greta est utilisé dans de nombreux projets et est actuellement intégrée dans la plate-forme du projet européen SEMAINE où Greta est équipée de capacités de reconnaissance d'états émotionnels, de traitement de la parole, ou encore de synthèse d'expressions verbales et non-verbales.

7.5. TABLEAU DETAILLE DES EFFORTS EN PERSONNES.MOIS

			p.mois	T0	ST 1.1	ST 1.2	ST 2.1	ST 2.2	ST 3.1	ST 3.2	ST 3.3	ST 3.4	ST 3.5	ST 4.1	ST 4.2	ST 4.3
Personnels chercheurs et ingénieurs des laboratoires																
LabSTICC	PR 1	D. DUHAUT	20	8	2		4	4								2
LabSTICC	MCF	B. LE PEVEDIC	20		2	2	6	6	2				2			
LabSTICC	MCF	E. BEVACQUA	32		4	2	6	6	6			2	4			2
LabSTICC	PR 2	P. DE LOOR	10		4		4	2								
LIG	PR 1	S. PESTY	18	6	2		4	4								2
LIG	PR 2	G. CALVARY	18		2		4	8			4					
LIG	MCF	H. FIORINO	10		2		2	2				4				
LIG	MCF	J. DUGDALE	10		4		2	2				2				
LIG	MCF	C. ADAM	30		2		6	6	4		4	4	4			
LIG	IGR	N. MANDRAN	6		1	1								1	1	2
LIMSI	PR 2	J.C. MARTIN	18	6	2		6					2				2
LIMSI	DR CNRS	J.P. SANSONNET	12		1		4	2		2		1		1	1	
LIMSI	MCF	C. CLAVEL	26		2		6	6						4	4	4
LTCI	DR CNRS	C. PELACHAUD	6	2	1		1	1								1
LTCI	Contractuel	M. OCHS	10		1	2	2	2		2		1				
LTCI	Contractuel	R. NIEWIADOMSKI	10		1	1	2	2		1		1		1	1	
Embauches / Demande ANR																
LIMSI		Doctorant	36				24			6			6			
LTCI		Ingénieur de recherche	24							12		12				
Lab-STICC		Ingénieur recherche	36							12		12	12			
LIG		Doctorant	36				24				6		6			
Coût Total en homme/mois					388	22	33	8	83	77	24	23	14	41	34	15
Total des personnels laboratoires					256											
Total demande ANR					132											
					388											
Répartition par sous-tâche																
LabSTICC			118	8	12	4	20	18	20	0	0	14	18	0	0	4
LIG (Magma + IHM)			128	6	13	1	18	46	4	0	14	10	10	1	1	4
LIMSI			92	6	5	0	40	8	0	8	0	3	6	5	5	6
LTCI			50	2	3	3	5	5	0	15	0	14	0	1	1	1
					388											
Répartition par tâche																
					Tache 0	Tache 1	Tache 2			Tache 3					Tache 4	
LabSTICC					8	16	38			52					4	
LIG (Magma + IHM)					6	14	64			38					6	
LIMSI					6	5	48			17					16	
LTCI					2	6	10			29					3	
Total projet					388	22	41	160		136					29	