

# Résumé consolidé du projet ANR SARAH

## *Services distribués Asynchrones pour Réseaux mobiles Ad Hoc*

F. Guidec VALORIA Univ. de Bretagne-Sud	S. Chaumette LABRI Univ. de Bordeaux I	F. Guinand LITIS Univ. du Havre	P.-F. Bonnefoi XLIM Univ. de Limoges
---	--	---------------------------------------	--

Le projet SARAH (Services distribués Asynchrones pour Réseaux mobiles Ad Hoc) avait pour objectif d'étudier les problèmes posés par les réseaux mobiles ad hoc discontinus, et leur aptitude à supporter l'acheminement de données et le déploiement de services distribués.

Les réseaux mobiles ad hoc sont des réseaux constitués de TMC (Terminaux Mobiles Communicants) capables de communiquer directement les uns avec les autres, sans passer par des relais fixes, grâce à des liaisons radio directes à faible portée. Ces TMC peuvent par exemple être des ordinateurs portables ou des *smartphones* transportés par des individus au cours de leurs déplacements. Il peut aussi s'agir de systèmes embarqués dans des véhicules ou des engins robotisés, de capteurs permettant de suivre des animaux sauvages, etc.

De nombreux protocoles de communication ont été développés au cours des deux dernières décennies pour assurer le transport de données dans les réseaux mobiles ad hoc, mais ces protocoles ne peuvent en général fonctionner que dans des réseaux suffisamment denses et connexes, c'est-à-dire des réseaux dans lesquels il est possible de disposer à tout instant d'un chemin permettant d'assurer la communication entre deux TMC quelconques, via éventuellement un certain nombre de TMC intermédiaires.

Tous les réseaux mobiles ad hoc ne présentent pourtant pas les propriétés de densité et de connexité qui viennent d'être évoquées. En fait, dans bien des cas la connectivité au sein d'un réseau mobile ad hoc peut n'être que partielle ou intermittente. Dans un tel réseau discontinu, certains TMC peuvent n'être qu'épisodiquement, voire presque jamais à portée radio les uns des autres. Le projet SARAH a permis d'explorer des voies susceptibles de permettre d'assurer la communication et l'échange de services dans ce type d'environnement difficile. Le projet SARAH était subdivisé en quatre thèmes complémentaires, portant respectivement sur les problématiques inhérentes au support de la communication dans un réseau mobile ad hoc discontinu, au support de services distribués dans ce type de réseau, à la sécurisation des communications et des services, et enfin aux techniques de simulation et d'analyse formelle permettant de valider les méthodes et outils ainsi développés. Dans le domaine de la communication, l'effort a principalement porté sur la conception de protocoles de communication reposant sur le principe de la communication tolérant les ruptures de connectivité (*DTN : Disruption-Tolerant Networking*), qui dans le cadre des réseaux mobiles ad hoc consiste à exploiter les TMC en tant que « transporteurs » de l'information au cours de leurs déplacements dans le réseau. Ce mode de communication autorise l'acheminement de messages dans un réseau non connexe (ou partitionné), les TMC assurant l'acheminement des messages entre des parties non connectées du réseau. Il implique en contrepartie des temps de latence élevés dans les transmissions, ce qui doit être pris en compte lors de la conception de services distribués adaptés aux réseaux considérés. L'absence de tout équipement stable et pérenne au sein d'un réseau mobile ad hoc encourage en outre le développement de services fonctionnant en mode pair-à-pair plutôt que sur le modèle traditionnel client-serveur. Une plate-forme de services a ainsi été développée dans cette optique au cours du projet SARAH, et plusieurs services applicatifs ont en outre été mis en œuvre à titre expérimental pour des environnements de déploiement aussi diversifiés que des réseaux d'ordinateurs portables, des réseaux de capteurs, et des réseaux militaires tactiques. La simulation et la validation des algorithmes et protocoles développés dans le cadre du projet ont nécessité le développement de nouveaux outils capables de modéliser des réseaux de terminaux mobiles, d'en simuler l'évolution au cours du temps, et d'observer les interactions possibles entre TMC dans les divers scénarios possibles. Enfin, les problèmes de sécurité posés par des scénarios dans lesquels tout TMC peut être appelé à relayer les messages émis par un tiers (et ce en l'absence de toute autorité de certification) ont été abordés. Des solutions ont été proposées, reposant soit sur l'emploi de cartes à puces, soit sur la dérivation de clés de chiffrement asymétrique à partir des identités des utilisateurs.

Les travaux évoqués ci-dessus se sont soldés par la publication d'une quarantaine d'articles scientifiques dans des revues et dans les actes de conférences internationales. Ces articles, tout comme les divers outils logiciels mis en œuvre au cours du projet SARAH, sont pour la plupart disponibles sur le site Web du projet<sup>1</sup>.

Le projet SARAH a permis aux quatre laboratoires partenaires impliqués d'acquérir des compétences certaines dans le domaine des réseaux mobiles ad hoc à connectivité partielle ou sporadique, et de faire reconnaître ces compétences au niveau international. Les travaux initiés au cours du projet SARAH se poursuivent d'ailleurs à présent dans le cadre de nouveaux projets auxquels participent les quatre partenaires, tant au niveau national (e.g. projets ANR) qu'au niveau international (e.g. projets européens).

---

<sup>1</sup><http://www-valoria.univ-ubs.fr/SARAH>