

Activité professionnelle

Pascale MINET

1. Résumé de l'activité de recherche

Je m'intéresse à l'**adéquation entre un service demandé et la réalisation de ce service** par un fournisseur de service (ex. réseaux sans fil, systèmes multimédia, systèmes embarqués, systèmes de gestion de données répliquées). Un service est caractérisé par des propriétés et une **qualité de service**. Dans un système de gestion de données répliquées, la fraîcheur des données accédées est un paramètre de qualité de service. Dans un réseau, le débit, le temps de réponse de bout-en-bout, la gigue maximale et le taux d'erreurs résiduelles sont des paramètres de qualité de service. Je m'intéresse plus particulièrement aux aspects de la qualité de service liés à la prise en compte des contraintes **temps réel** (ex: échéances de terminaison des tâches, échéances de remise des messages), des contraintes liées à la **tolérance aux fautes** (ex: nature et nombre de défaillances de processeur/réseau à tolérer pendant une durée donnée), et des contraintes de **cohérence** (ex: respect d'invariants portant sur des objets persistants) dans ces réseaux/systèmes distribués.

Mes travaux (<http://menetou.inria.fr/~minet>) montrent (i) **comment offrir le service demandé** avec la qualité de service requise et (ii) dans quelles conditions cette **qualité de service peut être garantie**. Il s'agit de concevoir des algorithmes, de prouver leurs propriétés et d'établir leurs conditions de faisabilité. La garantie déterministe prouvable de la qualité de service repose sur la vérification des conditions de faisabilité associées aux algorithmes utilisés par chacun des noeuds de traitement/liaisons impliqués dans la réalisation des services considérés. Ces conditions de faisabilité sont établies par une analyse pire cas. Je m'intéresse également aux concepts et algorithmes permettant de faciliter l'introduction de nouveaux services. Ainsi dans un réseau local radio de type HIPERLAN ou MANET (réseau radio ad-hoc), la mobilité des clients est facilitée par le concept de relais multipoint, qui permet d'améliorer les performances du routage et de la diffusion.

Ces travaux ont donné lieu à **15 contrats industriels** dans des domaines aussi variés que les télécommunications civiles ou militaires (PRESCOM, Dassault Electronique), l'avionique modulaire (Dassault-Aviation), le nucléaire (IPSN), le spatial (CNES), l'automobile (Renault, PSA), et le contrôle de trafic aérien (Thomson-CSF).

J'ai contribué activement à la **normalisation, au plan national** (norme militaire GAM-T-103 pour les services de transport temps réel et GAM-T-111 pour les protocoles de transport temps réel associés), **et au plan européen** (standard ETSI HIPERLAN pour les réseaux locaux radio avec stations mobiles). Ma contribution concerne la spécification du protocole de routage, dont l'originalité réside dans le concept des relais multipoint. Cette spécification a permis à Dassault Electronique (DETEXIS) de réaliser une maquette pré-industrielle.

Les principaux **résultats obtenus** ont fait l'objet de publications et concernent :

- *les systèmes distribués temps réel avec objets persistants* : thèses de L. George et S. Kamoun, 4 articles publiés avec S. Kamoun et 2 avec L. George ;
- *la gestion de données répliquées* :
 - dans les bases de données : 2 articles publiés avec E. Simon et E. Pacitti ;
 - dans les systèmes avec redondance active : 1 article publié avec L. George ;
- *les systèmes multimédia de vidéo à la demande avec qualité de service garantie* : thèse en cours, 4 articles publiés avec L. George et D. Marinca ;
- *les réseaux sans fil avec stations mobiles (routage et diffusion)* : 2 thèses en cours ;
- *les diffusions fiables/atomiques temps réel* : thèses de E. Anceaume et L. George.

Depuis mars 1999, je suis dans le projet HIPERCOM dirigé par P. Jacquet. Auparavant, j'ai été pendant six ans la responsable permanente du projet REFLECS, dirigé par G. Le Lann.

2. Publications (extrait, la liste détaillée est jointe au dossier)

- 1. P. Minet, “*Temps réel, tolérance aux fautes et cohérence dans les systèmes distribués*”, Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Versailles Saint-Quentin, Septembre 1998.
- 2. Avec les groupes de travail SAG et PDG du comité RES-10 de l’ETSI, “*Radio Equipment and Systems (RES); High Performance Radio Local Area Network (HIPERLAN); Functional specification*”, ETS 300.652, European standard, June 1996.
- 3. E. Pacitti, P. Minet, E. Simon, “*Replica consistency in lazy master replicated databases*”, Distributed and Parallel Databases Journal, Kluwer Academic Publishers, Vol.9, No 3, pp. 237-267, March 2001.
- 4. S. Kamoun, P. Minet, “*Periodic scheduling of distributed tasks with consistency and hard real-time constraints*”, International Journal on Computer and Information Science, to appear, 2001.
- 5. L. George, D. Marinca, P. Minet, “*A solution for a deterministic QoS in multimedia systems*”, International Journal on Computer and Information Science, Vol.1, No 3, pp. 106-119, October 2000.
- 6. L. George, P. Minet, “*A solution preserving consistency of replicated objects with hard real-time constraints*”, ISCA 12th int. conf. on Parallel and Distributed Computing Systems, PDCS’99, Fort Lauderdale, Florida, USA, August 1999.
- 7. L. George, P. Minet, “*A uniform reliable multicast protocol with guaranteed response times*”, LCTES’98, ACM SIGPLAN 1998 workshop on Languages, Compilers and Tools for Embedded Systems, Montreal, Canada, June 1998.
- 8. P. Jacquet, P. Minet, P. Muhlethaler, N. Rivierre, “*Increasing reliability in cable-free radio LANs: low level forwarding in HIPERLAN*”, Wireless Personal Communications, Vol.4, No 1, pp. 51-63, Kluwer Academic Publishers, Netherland, January 1997.

3. Réalisation et diffusion de logiciels

- 1. *un logiciel de visualisation graphique* du comportement d’une base de données réparties,
- 2. *un prototype SIGMA de gestion de données réparties temps réel*, ouvrage collectif équipe SCORE
- 3. *un prototype SPHINX de simulateur événementiel*, ouvrage collectif équipe REFLECS, utilisé par Dassault Electronique
- 4. *spécifications détaillées du routage HIPERLAN*, implémenté par Dassault Electronique,
- 5. *spécifications détaillées d’un oracle de faisabilité*, implémenté par Dassault Aviation.

4. Valorisation et transfert technologique

Formation d’un ingénieur de Dassault Electronique au simulateur SPHINX.

Normalisation

- *une norme militaire française : GAM-T-103* (transport temps réel) utilisée par l’avion Rafale, le porte-avion Charles De Gaulle et les sous-marins nouvelle génération.
- *une norme européenne ETSI : HIPERLAN* (routage), un produit HIPERLAN est annoncé par PROXIM pour 2001.

Collaborations industrielles (extrait, la liste détaillée est jointe au dossier)

- 1. **Projet ARCADE, ARchitecture de Contrôle Adaptative Des Environnements IP**, à partir de janvier 2001 : avec France Télécom, Thomson-CSF Télécommunications, QoSMIC et LIP6. Je travaille plus spécialement sur l’utilisation des techniques des

réseaux ad-hoc pour gérer la micro-mobilité (mobilité intra-domaine) dans IP.

- 2. **Dans le cadre du projet AEE, Architecture Electronique Embarquée**, à partir de mars 1999 : avec des constructeurs (PSA, Renault, Aérospatiale), des équipementiers (SAGEM, Siemens, Valeo) et des équipes de recherche (IRCyN, Ecole Centrale de Nantes, LORIA, INRIA). <http://aee.inria.fr>. Ma contribution concerne la validation des propriétés d'une architecture opérationnelle selon une approche déterministe.
- 3. **Avec Axlog, Dassault-Aviation, LIX, LIAFA, Université Joseph Fourier, Thomson-CSF** : projet ATR (Accord Temps Réel) dans le cadre de l'action DRET/MENESR/CNRS "Maîtrise des Systèmes Complexes Réactifs et Sûrs", en 1999 et 1997. Les problèmes examinés sont ceux posés par l'Avionique Modulaire et le Contrôle de Trafic Aérien. De façon informelle, le projet ATR s'intéresse au problème d'accord entre processeurs répartis, sous contraintes temps réel et en présence de défaillances éventuelles. J'ai contribué à la spécification du problème ATR, diffusion atomique uniforme temps réel, ainsi qu'à la conception de la composante temps réel de la diffusion atomique uniforme. Cet algorithme a été implémenté sur plate-forme par AXLOG.
- 4. **Pour l'IPSN (Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire)**: en 1996 responsable scientifique de l'analyse d'une solution commerciale pour le système de contrôle-commande du système élémentaire en eau brute secourue d'une centrale nucléaire. Cette analyse par rétro-ingénierie a été effectuée en utilisant la méthode TRDF (Temps Réel, Traitement Distribué, Tolérance aux Fautes).
- 5. **Pour Dassault Aviation** : en 1994 et 1995 dans le cadre de l'avionique modulaire. Cette étude a montré la faisabilité d'une conception générique prouvée (preuves des propriétés et conditions de faisabilité établies une fois pour toutes), adaptable à différentes configurations matérielles et personnalisable en fonction des desiderata du client. J'ai participé à la phase de capture des besoins applicatifs, et à la conception de la solution (choix des algorithmes de contrôle de concomitance, de diffusion fiable). Cette étude permet également de prédire grâce au dimensionnement prouvé, les performances temps réel du système en fonction de l'architecture retenue. J'ai plus particulièrement contribué à la spécification d'un oracle de faisabilité permettant de déterminer si un jeu de tâches applicatives quelconques, (la structure d'une tâche étant représentée par un graphe orienté fini), satisfait ses contraintes temporelles (échéances de terminaison) et ce en présence de tâches urgentes et de défaillances.
- 6. **Pour le CNES** : en 1993 participation à une étude en trois volets : Etat de l'art des systèmes répartis temps réel, Recommandations pour les futures applications embarquées, Guide méthodologique de conception d'une application répartie temps réel. J'étais responsable des aspects tolérance aux fautes et contrôle de concomitance. J'ai également contribué à l'élaboration du guide méthodologique, à l'origine de la méthode TRDF, identifiant la nécessité d'une méthode de génie système prouvable. **Projet Esprit LAURA** (réseaux locaux sans fil avec stations mobiles) : en 1993 spécification d'un protocole de routage adaptatif pour réseaux locaux radio avec stations mobiles. Ces spécifications sont utilisées par Dassault Electronique pour l'implémentation sur une maquette pré-industrielle.

5. Encadrement d'activités de recherche

Stages de DEA ou Fin d'Etudes

- 1. L. Toutain, "Définition et simulation de protocoles de communication multipoint temps réel pour réseaux locaux industriels", DEA Fondements des systèmes informatiques et

- applications, Université de Paris Sud, Orsay, 1987.
- 2. P. Liard, “*Etude de protocoles fiables pour réseaux locaux temps réel*”, Diplôme de fin d’études Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris, 1987.
- 3. E. Mougeotte, “*Study of routing problems in radio local area networks*”, Professional thesis report, EURECOM, Juin 1993.
- 4. S. Kamoun, F. Vergnes, “*Oracle de faisabilité pour systèmes répartis temps réel*”, Mémoire d’Ingénieur IIE, Juin 1997.
- 5. S. Kamoun, “*Scénarios pires cas et conditions de faisabilité pour un algorithme d’ordonnancement distribué temps réel*”, DEA Systèmes Répartis et Réseaux, Université d’Evry, Septembre 1997.
- 6. S. Martin, “*Contrôle d’admission et politique d’assignation des échéances intermédiaires à partir d’une échéance de bout-en-bout*”, Diplôme de fin d’études ESIEE, Noisy-le-Grand, Septembre 1999.

Thèses

- 1. E. Anceaume, “*Algorithmique de fiabilisation des systèmes répartis*”, Thèse de l’Université de Paris Sud, Orsay, Janvier 1993.
- 2. L. George, “*Ordonnancement en ligne temps réel critique dans les systèmes distribués*”, Thèse de l’Université de Versailles Saint Quentin, Janvier 1998.
- 3. S. Kamoun, “*Ordonnancement distribué temps réel sérialisable de tâches : étude de faisabilité*”, Thèse de l’Université de Versailles Saint Quentin, Décembre 2000.
- 4. D. Olariu-Marinca, “*Conception et dimensionnement de serveurs vidéo haute performance*”, Thèse qui a débuté en Décembre 1998.
- 5. D. I. Marinca, “*Qualité de service garantie pour des applications de commerce électronique*”, Thèse qui a débuté en Décembre 1999.
- 6. S. Martin, “*Maîtrise de la dimension temporelle de la qualité de service dans les réseaux*”, Thèse qui a débuté en Octobre 2000.
- 7. A. Mercier, “*Qualité de service et protocoles d’accès au médium pour la domotique*”, Thèse qui a débuté en Octobre 2000.
- 8. M. Benzaid, “*Utilisation des techniques des réseaux ad-hoc pour l’optimisation de la mobilité dans IP*”, Thèse qui a débuté en Octobre 2000.

6. Enseignement

Systèmes distribués et systèmes temps réel : DEA Systèmes Informatiques, Université de Paris VI, 1986, 1987. IIE Institut d’Informatique d’Entreprise, 1987. DEA Systèmes Informatiques Répartis, Université de Tunis, 1984, 1987. ISTM Institut Supérieur de Management, 1998.

Réseaux et réseaux locaux temps réel: IIE Institut d’Informatique d’Entreprise, 1988. DESS Téléinformatique, Université de Paris VI, de 1992 à 1996. DEA Systèmes Electroniques et Traitement de l’Information, Université de Paris XI, de 1992 à 2001.

Transport temps réel et Tolérance aux fautes : ENST Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, de 1994 à 1997.

7. Diffusion de l’information scientifique

Livres :

- 1. P. Minet, P. Rolin, S. Sédillot, “*Le réseau MAP*”, Editions Hermès 1989.
- 2. Groupe Informatique Tolérante aux Fautes de l’OFTA animé par J.C. Laprie, “*ARAGO*

15 : *Informatique tolérante aux fautes*”, Editions Masson, 1994, rédaction du chapitre 4 “systèmes répartis” G. Le Lann, P. Minet, D. Powell.

Revues nationales

- 3. P. Minet, “*Evaluation de performances des protocoles transport temps réel GAM-T-103*”, TSI, Vol.9, No 1, pp. 5-17, Janvier-Février 1990.
- 4. P. Minet, “*MAP: un réseau local pour un environnement industriel automatisé*”, TSI, Vol.6, No2, pp. 403-408, Mars-Avril 1987.

8. Mobilité

- *A partir de mars 1999 : projet HIPERCOM* : qualité de service, routage et mobilité dans les réseaux sans fil, qualité de service dans les systèmes multimédia.
- *De janvier 1989 à mars 1999 : projet REFLECS* : garantie des contraintes temps réel, des contraintes de cohérence et des contraintes liées à la tolérance aux fautes dans les systèmes distribués temps réel.
- *De janvier 1983 à décembre 1988 : projet SCORE* : conception et évaluation de protocoles de communication temps réel ainsi que conception et implémentation d’un prototype de bases de données réparties temps réel (contrôle de concomitance).
- *De août 1980 à décembre 1982 : ingénieur détaché par GIS à l’INRIA* : tolérance aux fautes et contrôle de concomitance dans les systèmes distribués.

9. Responsabilités collectives

Membre du comité de programme de : SRDS’14, CFIP’2000, CFIP’99, CFIP’97, CFIP’96, CFIP’95, CFIP’93, RTS’2001, RTS’99, RTS’98, RTS’96, Real-Time 97, NOTERE’2000, NOTERE’98, NOTERE’97.

Membre du jury ou rapporteur de thèse de (hormis les 3 thèses co-dirigées déjà soutenues) :

- L. Toutain, “*SAMSON : un simulateur pour systèmes répartis et temps réel*”, Université du Havre, Novembre 1991.
- C. Aussaguès, “*Placement optimal de tâches pour les systèmes parallèles temps réel critiques*”, Université de la Méditerranée Aix-Marseille, Décembre 1998.
- E. Totel, “*Politique d’intégrité multiniveau pour la protection en ligne de tâches critiques*”, LAAS, Institut National Polytechnique de Toulouse, Décembre 1998.

Responsable permanent du projet REFLECS de janvier 1993 à mars 1999.

Responsable scientifique du contrat IPSN, du routage dans le projet européen LAURA, des aspects tolérance aux fautes et contrôle de concomitance dans 4 contrats industriels.

10. Prix et distinctions

Prix temps réel décerné au projet REFLECS en 1995 lors du salon RTS (Real Time Systems).

11. Autres éléments

- **Coopération informelle avec les universités** : université de Paris 12 (L. George), université de Paris 11 (K. Al Agha).
- **Participation au projet I3, Internet 3^{ème} génération**, dirigé par Guy Pujolle.
- **Participation au groupe de travail Ordonnancement**, animé par Philippe Chrétienne.