

Projet ANR- 12-MONU-0019

MARMOTE

Outils et environnements de modélisation Markovienne

Programme Modèles Numériques 2013

A	IDENTIFICATION	2
B	LIVRABLES ET JALONS	2
C	RAPPORT D'AVANCEMENT.....	2
C.1	Objectifs initiaux du projet	2
C.2	Travaux effectués et résultats atteints sur la période concernée...2	2
C.3	Difficultés rencontrées et solutions	4
C.4	Faits et résultats marquants	4
C.5	Travaux spécifiques aux entreprises (le cas échéant).....	4
C.6	Réunions du consortium (projets collaboratifs)	4
C.7	Commentaires libres.....	5
D	VALORISATION ET IMPACT DU PROJET DEPUIS LE DEBUT	6
D.1	Publications et communications	6
D.2	Autres éléments de valorisation	7
D.3	Pôles de compétitivité (projet labellisés)	8
D.4	Personnels recrutés en CDD (hors stagiaires)	8
D.5	État financier.....	8
E	ANNEXES EVENTUELLES	8

Ce document est à remplir par le coordinateur en collaboration avec les partenaires du projet. Il doit être transmis par le coordinateur aux échéances prévues dans les actes attributifs :

- 1. à l'ANR*
- 2. aux pôles de compétitivité ayant accordé leur label au projet.*

L'ensemble des partenaires doit avoir une copie de la version transmise à l'ANR.

Il doit être accompagné d'un résumé public du projet mis à jour, conformément au modèle associé à ce document.

Ce modèle doit être utilisé uniquement pour le(s) compte(s)-rendu(s) intermédiaire(s) défini(s) dans les actes attributifs de financement, hors rapport T0+6 pour lequel il existe un modèle spécifique. Il existe également un modèle spécifique au compte-rendu final.

A IDENTIFICATION

Acronyme du projet	MARMOTE	
Titre du projet	Outils et environnements de modélisation Markovienne	
Coordinateur du projet (société/organisme)	Alain JEAN-MARIE Inria	
Date de début du projet	1/01/2013	
Date de fin du projet	31/12/2016	
Labels et correspondants des pôles de compétitivité (pôle, nom et courriel du corresp.)	-	
Site web du projet, le cas échéant	https://wiki.inria.fr/MARMOTE/Accueil	

Rédacteur de ce rapport	
Civilité, prénom, nom	M. Alain JEAN-MARIE
Téléphone	06 78 17 10 75
Courriel	Alain.Jean-Marie@inria.fr
Date de rédaction	1er juillet 2014
Période faisant l'objet du rapport d'activité	1/01/2013 - -1/07/2014 (T0+18)

B LIVRABLES ET JALONS

Quand le projet en comporte, reproduire ici le tableau des jalons et livrables fourni au début du projet. Mentionner l'ensemble des livrables, y compris les éventuels livrables abandonnés, et ceux non prévus dans la liste initiale.

N°	Intitulé	Nature*	Date de fourniture			Partenaires (souligner le responsable)
			Prévue initialement	Replani fiée	Livrée	
	Le premier livrable est prévu à T0+21	Prototype	T0+21			
	D'autres « jalons » prévus sont les Recrutements : voir section C.3.					

* jalon, rapport, logiciel, prototype, données, ...

C RAPPORT D'AVANCEMENT

C.1 OBJECTIFS INITIAUX DU PROJET

Maximum 10 à 20 lignes.

Il s'agit de réaliser un environnement logiciel consacré à la modélisation par les Chaînes de Markov. Une partie du projet sera dédié à la Simulation Parfaite, qui permet d'échantillonner les distributions stationnaires; une seconde partie développera la parallélisation de la simulation Monte Carlo; une troisième se consacrera aux méthodes de calcul numérique pour une large famille de processus Markoviens; le tout sera intégré dans un environnement de programmation permettant de spécifier les modèles et leur résolution. Plusieurs applications sont proposées dans différentes disciplines scientifiques: physique, biologie, économie, ingénierie des réseaux.

C.2 TRAVAUX EFFECTUES ET RESULTATS ATTEINTS SUR LA PERIODE CONCERNEE

Maximum 1 page. Travaux et résultats obtenus pendant la période concernée, conformité de l'avancement des travaux avec le plan initialement prévu. Prévision de travaux pour la (les) prochaine(s) période(s).

[Voir l'annexe E.1 pour les détails].
Dans le **WP 1**, nous avons mis au point un algorithme pour simuler les réseaux de Jackson

ouverts avec capacité finie des files d'attente. Nous avons également conçu et analysé un algorithme qui combine la simulation parfaite et la méthode de rejet pour les marches aléatoires simples sur les grilles avec des arcs interdits. Nous avons développé un algorithme pour simuler des réseaux de files d'attente fermés, ce qui a été annoncé comme un des objectifs à « plus fort risque » liste dans la tâche 1.2.

Dans le **WP 2**, les travaux de l'équipe de PRiSM ont porté sur deux axes à chaque fois avec une publication : la simulation parallèle de Dynamic Fault Trees (avec le LACL) et la simulation parallèle de SAN et de « process algebra » Markovien. Ceux de MESCAL ont porté d'une part, sur l'identification de goulots d'étranglement dans la simulation *time parallel*, et d'autre part sur la technique dite *horizontal coupling*, et ont mené à la définition de l'algorithme « Catch me if you can ».

Pour le **WP 3**, la collecte des besoins et les expériences préliminaires ont abouti à la définition d'une architecture qui permettra d'inclure tels quels les programmes existant tout en proposant un ensemble d'outils pour développer leurs prochaines versions. Le développement du « cœur » de l'environnement est en cours. Les équipes PRiSM et LACL d'une part, et l'équipe MAESTRO d'autre part, ont défini des nouveaux « use-case » pour un solveur Markovien et son environnement : dans les deux cas des modèles de gestion de l'énergie.

Dans le **WP 4**, les travaux de l'équipe de PRiSM ont porté sur trois axes : la recherche de solution analytique à forme produit (avec LACL), les bornes stochastiques utilisant des matrices de rang faible (avec DYOGENE), les algorithmes pour les jeux stochastiques. Ces trois sujets ont tous l'objet d'au moins une publication. Les travaux de MAESTRO et LIP6 se concentrent sur la résolution du problème du contrôle du service dans une file avec impatience. Dans une nouvelle collaboration avec Sean Meyn (University of Florida), DYOGENE a étudié des schémas d'approximations par des MDP avec solution à forme close et des applications en réseaux d'énergie.

Pour le **WP 5.1**, les travaux se poursuivent entre SAMOVAR, PRiSM et le LACL sur la proposition d'une méthodologie combinant traces, mesures et bornes stochastiques afin d'obtenir des méthodes avec un compromis temps/précision. L'équipe a pu compter sur la présence de F. Ait-Salaht, doctorante sur le projet Marina de Digitéo. Ces travaux ont fait l'objet de 3 publications dans des conférences internationales. D'autres soumissions sont en cours, en particulier pour une revue.

Pour le **WP 5.2**, PRiSM (avec d'autres partenaires ne faisant pas partie du projet) a obtenu des résultats sur la parallélisation d'un simulateur de la cellule, mais nous nous orientons maintenant vers la simulation pour la biochimie pour avoir des contacts plus faciles avec nos collègues.

Dans le **WP 5.3** (model checking par simulation) PRiSM et le LACL ont montré des relations numériques entre les chaînes de Markov en temps discret transitoires utilisées pour étudier certaines formules logiques utilisant l'opérateur Until, et des chaînes modifiées qui sont ergodiques et que l'on peut étudier par simulation parfaite.

Dans le **WP 5.4**, l'analyse se concentre sur la décomposition temporelle du problème. La brique de base est alors un modèle dit « thermique » d'électrons se déplaçant dans une bande d'énergie. MAESTRO s'intéresse aux propriétés analytiques de cette chaîne de Markov, et à son utilisation dans un modèle simplifié du laser, dont la comparaison avec le modèle détaillé sera réalisée dans les prochains mois.

Dans le cadre du **WP 5.5**, les contacts ont eu lieu entre LIP6 et des Économistes pour la capture d'un problème d'optimisation dynamique stochastique en gestion des risques environnementaux. Ils vont se poursuivre avec la participation de MAESTRO. Par ailleurs, MESCAL a montré comment utiliser les chaînes de Markov perturbées pour prouver la convergence des algorithmes « Best Response » et « Smoothed Best Response » vers les équilibres de Nash purs dans les jeux de potentiel.

C.3 DIFFICULTES RENCONTREES ET SOLUTIONS

Maximum 10 à 20 lignes. Difficultés éventuelles rencontrées et solutions de remplacement envisagées ex : impasse technique, abandon d'un prestataire, maîtrise des délais, maîtrise des budgets. Faut-il revoir le contenu du projet ? Faut-il revoir le calendrier du projet ?

La principale difficulté rencontrée est celle du recrutement.

Le recrutement de l'ING1 INRIA/MAESTRO (responsable de l'architecture et du développement du WP3) a effectivement eu lieu à T0+10 (et non T0+3) compte tenu du calendrier de candidature et des délais administratifs. Le travail dans WP3 a donc environ 6 mois de retard. Ce retard entraîne celui d'autres recrutements d'ingénieurs qui dépendent de l'avancement du WP3, comme celui de l'ING1 UVSQ/PriSM (T0+9) et celui de l'ING LIP6 (prévu à T0+18). MAESTRO envisage de repousser le recrutement du Post-Doc (T0+21) afin de se focaliser sur l'avancement du cœur du WP3.

Tous les recrutements (ING et Post-Doc) de PriSM et celui du LACL sont en retard. Des contacts directs ont été pris avec un laboratoire étranger utilisant des GPU mais cela a été infructueux. Les fiches de postes vont donc être refaites et diffusées au cours de l'été 2014. Un stagiaire de M2 a travaillé sur le WP3 : il pourrait éventuellement continuer sur un poste d'ingénieur. Les travaux dans le WP5.3 prennent un peu de retard faute de recrutement du Post-Doc.

De même, le recrutement du Post-Doc INRIA/MESCAL n'a pas eu lieu à T0+12 faute de candidat bien identifié.

Par contre :

- Le recrutement de la Doctorante INRIA/DYOGENE (WP1) a eu lieu à T0+11, à peu près comme prévu.
- Le recrutement du Post-Doc TSP/SAMOVAR (T0+21) est assuré : la candidate est F. Aït-Salaht, actuellement doctorante (financement DIGITEO).

C.4 FAITS ET RESULTATS MARQUANTS

En quelques lignes pour chaque fait ou résultat marquant. Cet élément pourrait donner lieu à communication, après accord du coordinateur du projet.

L'article de Farah Ait Salaht, Hind Castel, Jean-Michel Fourneau, et Nihal Pekergin, "A bounding histogram approach for network performance analysis", a obtenu un des trois best paper award de la conférence IEEE HPC 2013, China.

C.5 TRAVAUX SPECIFIQUES AUX ENTREPRISES (LE CAS ECHEANT)

Sans objet dans MARMOTE

C.6 REUNIONS DU CONSORTIUM (PROJETS COLLABORATIFS)

Date	Lieu	Partenaires présents	Thème de la réunion
30/01/2013	Paris	Tous	Kickoff meeting
06/02/2013	Montpellier	Inria/MAESTRO	WP5.4 : modèle laser
06/02/2013	Versailles	PriSM, UPEC/LACL	WP 5.3 : model checking
28/02/2013	Versailles	PriSM, UPEC/LACL, TSP/SAMOVAR	WP 5.1 : dimensionnement réseaux
05/04/2013	Paris	Inria/MAESTRO, Inria/DYOGENE, UVSQ/PriSM	WP 3 : architecture logicielle WP 4 : bornes distributions
10/04/2013	Paris	Inria/MAESTRO, UPMN/LIP6	WP 4 : contrôle stochastique
11/04/2013	Versailles	UVSQ/PriSM, UPEC/LACL, TSP/SAMOVAR	WP 5.1 : dimensionnement réseaux
07/06/2013	Paris	Inria/DYOGENE, Inria/MAESTRO, LIP6	WP 4: contrôle stochastique

Date	Lieu	Partenaires présents	Thème de la réunion
12/06/2013	Versailles	UVSQ/PRiSM, UPEC/LACL, TSP/SAMOVAR	WP 5.1 : dimensionnement réseaux
25/06/2013	Versailles	UVSQ/PRiSM + Biologistes	WP 5.2 : modèles pour la cellule
01/07/2013	Créteil	UVSQ/PRiSM, UPEC/LACL, TSP/SAMOVAR	WP 5.1 : dimensionnement réseaux
Périodiquement	Grenoble	Inria/MESCAL	WP 1, WP2
Périodiquement	Paris	Inria/DYOGENE, UPMC/LIP6	WP 4
09/13, 10/13, 11/13, 12/13, 02/14 (2 réunions), 03/14 (3), 04/14 (1)	Versailles et Créteil	UVSQ/PRiSM, UPEC/LACL, TSP/SAMOVAR	WP 5.1 : dimensionnement réseaux
16/09/2013, 24/10/2013, 5/12/2013, 9/12/2013	Paris et Montpellier	Inria/MAESTRO, UPMN/LIP6	WP 4: contrôle stochastique
8-9/10/2013	Paris	Tous	Réunion Générale
2-3/12/2013	Grenoble	Inria/DYOGENE, Inria/MESCAL	WP 1 : simulation exacte, WP4
30-31/01/2014	Grenoble	Inria/MAESTRO, Inria/MESCAL	WP 3: architecture logicielle
04/12/2013	Paris	UPMC/LIP6+ économistes	WP 5.5 : modèles stochastiques en Économie
31/01/2014	Paris	Inria/DYOGENE, UPMN/LIP6	WP 4
4/02/2014	Paris	Inria/MAESTRO, UVSQ/PRiSM	WP 3: architecture logicielle
12/02/2014	Paris	Inria/DYOGENE + Samovar	WP 1 : simulation exacte
19/02/2014	Montpellier	Inria/MAESTRO	WP 5.4 : modèle laser
18/04/2014, 30/06/2014	Paris	Inria/MAESTRO, UPMN/LIP6	WP 4: contrôle stochastique
30/04/2014	Paris	UPMC/LIP6+ économistes	WP 5.5 : modèles stochastiques en Economie
30/06/2014	Montpellier	Inria/MAESTRO	WP 5.4 : modèle laser
Futures réunions			
9-10 juillet 2014	Grenoble	Tous	Réunion Générale

C.7 COMMENTAIRES LIBRES

Commentaires du coordinateur

Commentaire général à l'appréciation du coordinateur, sur l'état d'avancement du projet, les interactions entre les différents partenaires...

Néant

Commentaires des autres partenaires

Éventuellement, commentaires libres des autres partenaires

Néant

Question(s) posée(s) à l'ANR

Éventuellement, question(s) posée(s) à l'ANR...

Néant

D VALORISATION ET IMPACT DU PROJET DEPUIS LE DEBUT

Cette partie rassemble des éléments cumulés depuis le début du projet qui seront suivis tout au long de son avancée, et repris dans son bilan final.

D.1 PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

Citer les publications résultant du projet en utilisant les normes habituelles du domaine. Si la publication est accessible en ligne, préciser l'adresse. L'ANR encourage, dans le respect des droits des co-auteurs et des éditeurs, à publier les articles résultant des projets qu'elle finance dans l'archive ouverte pluridisciplinaire HAL : <http://hal.archives-ouvertes.fr/>

Attention : éviter une inflation artificielle des publications, mentionner uniquement celles qui résultent directement du projet (postérieures à son démarrage, et qui citent le soutien de l'ANR et la référence du projet).

Liste des publications multipartenaires (résultant d'un travail mené en commun)		
International	Revue à comité de lecture	<ol style="list-style-type: none"> 1. A. Bušić, S. Durand, B. Gaujal, and F. Perronnin, "Perfect Sampling of Jackson Queuing Networks". Submitted to Queuing Systems: Theory and Applications. In revision. (Mescal+Diogene, WP1). 2. A. Bušić, J.-M. Fourneau, M. Ben Mamoun, "Stochastic bounds with a low rank decomposition", revised version, submitted to Stochastic Models. 2014 (DYOGENE+PRISM, WP4).
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2.
	Communications (conférence)	<ol style="list-style-type: none"> 1. F. Aït-Salaht, H. Castel-Taleb, J.-M. Fourneau, N. Pekergin, "Stochastic Bounds and Histograms for Network Performance Analysis", EPEW 2013, 10th European Workshop on performance engineering, Venice, Italy, September 2013 (SAMOVAR+PRISM+LACL, WP5.1). 2. F. Aït-Salaht, H. Castel-Taleb, J.-M. Fourneau, et N. Pekergin, "A bounding histogram approach for network performance analysis", IEEE HPCC 2013, China, best paper award (SAMOVAR+PRISM+LACL, WP5.1). 3. F. Aït-Salaht, J.-M. Fourneau, N. Pekergin: "Computing Bounds of the MTTF for a Set of Markov Chains". ISICS 2013: pp 67-76, Springer (SAMOVAR+PRISM+LACL, WP4). 4. F. Aït-Salaht, H. Castel-Taleb, J.-M. Fourneau and N. Pekergin, « Une approche combinant bornes stochastiques, traces et histogrammes pour l'analyse de performance des réseaux », MSR 2013, INRIA Rennes, France, 13-15 novembre 2013. Article publié dans JESA (voir infra) (SAMOVAR+PRISM+LACL, WP5.1). 5. F. Aït-Salaht, H. Castel-Taleb, J.M. Fourneau, N. Pekergin, "Modeling networks and active queues management with stochastic bounds and histograms", Vecos 2013, 7th International Workshop on Verification and Evaluation of Computer and Communication Systems Florence, Italy November 21-22, 2013 (SAMOVAR+PRISM+LACL, WP5.1). 6. T. H. Dao Thi, J.-M. Fourneau and M.-A. Tran. "Network of Queues with Inert Customers and Signals", Valuetools 2013 (PRISM et LACL, WP4). 7. A. Bušić, J.-M. Fourneau, M Ben Mamoun, "Stochastic bounds with a low rank decomposition", 8th International Conference on Matrix Analytic Method, 2014, India (DYOGENE+PRISM, WP4). 8. T.H. Dao Thi, J.M. Fourneau, N. Pekergin, F. Quessette, "Time Parallel Simulation for Dynamic Fault Trees", ISICS 2014, Springer, Cracovie (PRISM+LACL, WP2). 9. NetGCoop (submitted) (Mescal+PRISM, WP 5.4)
France	Revue à comité de lecture	<ol style="list-style-type: none"> 1. F. Aït-Salaht, H. Castel-Taleb, J.-M. Fourneau and N. Pekergin, « Une approche combinant bornes stochastiques, traces et histogrammes pour l'analyse de performance des réseaux », MSR 2013 (voir supra), Journal Européen des Systèmes Automatisés -- JESA (SAMOVAR+PRISM, WP 5.2).
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2.
	Communications (conférence)	<ol style="list-style-type: none"> 1. J.M. Fourneau, F. Aït-Salaht, H. Castel-Taleb, N. Pekergin, « Bornes sur les histogrammes et équation de Loynes pour l'analyse rapide d'une file FIFO », ROADEF 2014, 26-28 février 2014, Bordeaux (SAMOVAR+PRISM+LACL, WP4). 2. F. Aït-Salaht, J.M. Fourneau, H. Castel-Taleb, N. Pekergin, « Approche par bornes stochastiques et histogrammes pour l'analyse de performance des réseaux », 10^{ème} Atelier en Évaluation de Performances, INRIA Sophia Antipolis, 11-13 juin 2014 (SAMOVAR+PRISM+LACL, WP4).

Actions de diffusion	Articles de vulgarisation	1. 2.
	Conférences de vulgarisation	1. 2.
	Autres	1. 2.

Liste des publications monopartenaires (impliquant un seul partenaire)		
International	Revue à comité de lecture	1. 2.
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage	1. 2.
	Communications (conférence)	<ol style="list-style-type: none"> 1. S. Durand, B. Gaujal, F. Perronnin and J.-M. Vincent, "A perfect sampling algorithm of random walks with forbidden arcs". QEST 2014, 11th International Conference on Quantitative Evaluation of Systems (Mescal, WP1). 2. T.-H. Dao-Thi, J.-M. Fourneau, F. Quesette: "Time-Parallel Simulation for Stochastic Automata Networks and Stochastic Process Algebra". ASMTA 2014: 140-15 (PRISM, WP2). 3. D. Auger, P. Coucheney, and Y. Strozecski, "Finding Optimal Strategies of Almost Acyclic Simple Stochastic Games", Theory and Applications of Models of Computation, pp 67–85, 2014, Springer (PRISM, WP5.5). 4. P. Amar, M. Baillieul, D. Barth, B. Le Cun, F. Quesette and Sandrine Vial, "Parallel biological in silico simulation", ISCS 2014, Springer, Cracovie (PRISM, WP5.2). 5. A. Bouillard, A. Bušić, C. Rovetta. "Perfect sampling for closed queueing networks". Performance'2014: 32nd International Symposium on Computer Performance, Modeling, Measurements and Evaluation 2014, with proceedings in Performance Evaluation Journal (DYOGENE, WP1). 6. S. Meyn, P. Barooah, A. Bušić, and J. Ehren. "Ancillary service to the grid from deferrable loads: the case for intelligent pool pumps in Florida". 52st IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2013, Invited) (DYOGENE, WP4).
France	Revue à comité de lecture	1. 2.
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage	1. 2.
	Communications (conférence)	<ol style="list-style-type: none"> 1. S. Durand, « A perfect sampling algorithm of random walks with forbidden arcs », 10^{ème} Atelier en Évaluation de Performances, INRIA Sophia Antipolis, 11-13 juin 2014 (Mescal, WP1). 2. M. Dalle, J.-M. Vincent, F. Perronnin, « Catch me if you can », 10^{ème} Atelier en Évaluation de Performances, INRIA Sophia Antipolis, 11-13 juin 2014 (Mescal, WP2). 3. A. Bouillard, A. Bušić, C. Rovetta, « Simulation parfaite dans un réseau fermé de files d'attente », 10^{ème} Atelier en Évaluation de Performances, INRIA Sophia Antipolis, 11-13 juin 2014 (DYOGENE, WP1).
Actions de diffusion	Articles de vulgarisation	1. 2.
	Conférences de vulgarisation	1. 2.
	Autres	1. 2.

D.2 AUTRES ELEMENTS DE VALORISATION

Liste des éléments. Préciser les titres, années et commentaires	
Brevets internationaux obtenus	1. 2.
Brevet internationaux en cours d'obtention	1. 2.
Brevets nationaux obtenus	1. 2.
Brevet nationaux en cours d'obtention	1. 2.
Licences d'exploitation (obtention / cession)	1. 2.
Créations d'entreprises ou	1.

essaimage	2.
Nouveaux projets collaboratifs	<ol style="list-style-type: none"> 1. INRIA/DYOGENE a organisé un groupe de lecture sur les thématiques du WP1 et WP4 avec une fréquence d'environ 2 heures / semaine (d'octobre 2013 à juin 2014). Page web : http://www.di.ens.fr/~bouillard/GdLSim/ Participants : INRIA/DYOGENE (A. Bouillard, A. Bušić, C. Rovetta), LIP6 (E. Hyon), TSP/SAMOVAR (J. Jakubowicz). Nous avons également eu des participants et des orateurs extérieurs au projet (autres membres de DYOGENE et LIP6, mais aussi Alcatel Lucent-Bell Labs, ENS Paris, Télécom ParisTech, et University of Florida). 2. INRIA/DYOGENE (A. Bušić) et LIP6 (E. Hyon) ont créé un groupe de travail sur le Contrôle Stochastique avec financement du GDR RO (Recherche Opérationnelle).
Colloques scientifiques	<ol style="list-style-type: none"> 1. INRIA/MAESTRO a organisé le 10ème Atelier en Évaluation de Performances, à Sophia Antipolis, 11-13 juin 2014. Il s'agit d'un colloque à l'intention des jeunes chercheurs. A cette occasion, plusieurs participants à MARMOTE ont donné des exposés, et une présentation du projet logiciel de MARMOTE (WP3) a été faite. Actes dans HAL : http://hal.inria.fr/hal-01010767.
Autres (préciser)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2.

D.3 POLES DE COMPETITIVITE (PROJET LABELLISES)

Sans objet dans MARMOTE

D.4 PERSONNELS RECRUTES EN CDD (HORS STAGIAIRES)

Identification				Avant le recrutement sur le projet			Recrutement sur le projet			
Nom et prénom	Sexe H/F	Adresse email (1)	Date des dernières nouvelles	Dernier diplôme obtenu au moment du recrutement	Lieu d'études (France, UE, hors UE)	Expérience prof. antérieure (ans)	Partenaire ayant embauché la personne	Poste dans le projet (2)	Date de recrutement	Durée missions (mois) (3)
RABHI Issam	H	Issam.Rabhi@inria.fr		Doctorat	Tunisie puis France (Clermont Ferrand)	5 (3 ans doctorat + 2 ans ATER)	INRIA/MAESTRO	Ingenieur architecte et developpement	1/11/2013	18
ROVETTA Christelle	F	Christelle.Rovetta@inria.fr		Master(*)	France	3 ans	INRIA/DYOGENE	Doctorante	1/12/2013	36

(*) Master 2 Sécurité de l'Information et Cryptologie, parcours Mathématiques, Cryptologie, Codages et Applications, Université de Limoges

D.5 ÉTAT FINANCIER

Donner un état indicatif de la consommation des crédits par les partenaires. Indiquer la conformité par rapport aux prévisions et expliquer les écarts significatifs éventuels.

Nom du partenaire	Crédits consommés (en %)	Commentaire éventuel
INRIA/MAESTRO	15,9	
INRIA/DYOGENE	16,5	
INRIA/MESCAL	10	
UVSQ/PRISM	12,5	
TSP/SAMOVAR	2,7	
UPEC/LACL	4,9	
UPMC/LIP6	5	

E ANNEXES EVENTUELLES

E.1 PROGRES DANS LE PROGRAMME SCIENTIFIQUE

Dans le **WP 1**, nous avons mis au point un algorithme pour simuler les réseaux de Jackson ouverts avec capacité finie des files d'attente. Notre algorithme précédent ne pouvait fonctionner que dans le cas où le réseau à capacité infinie correspondant était stable. Nous avons développé un nouvel algorithme pour résoudre les équations de trafic dans le cas instable avec une complexité optimale (en $O(N^3)$). Ceci permet d'identifier les files instables et les éliminer pour la partie inverse de la simulation. Elles sont ré-insérées pour la partie directe de la simulation. Cette technique permet un gain substantiel par rapport aux méthodes précédentes.

Nous avons également conçu un algorithme qui combine la simulation parfaite et la méthode de rejet pour les marches aléatoires simples sur les grilles avec des arcs interdits. Nous donnons une analyse de complexité de cet algorithme. Ces travaux vont se poursuivre sur les marches aléatoires non uniformes avec R. Righter (U. Berkeley).

Nous avons développé un algorithme pour simuler des réseaux de files d'attente fermés, ce qui a été annoncé comme un des objectifs à « plus fort risque » listé dans la tâche 1.2. Cette méthode est fondée sur une représentation plus compacte de l'espace d'états, évitant de considérer toute condition initiale dans le schéma de couplage depuis le passé. Cela réduit la complexité de calcul d'une transition dans l'algorithme (de $O(M^K)$ à $O(KM)$, avec K le nombre de files et M le nombre de clients dans le système).

Ce travail a été en grande partie effectué par la doctorante Christelle Rovetta, recrutée par le projet, et a donné lieu à une publication dans une conférence internationale avec actes dans une revue internationale.

Dans le **WP 2** (simulation parallèle) et en liaison avec le **WP 5.2** (applications pour la biologie) nous avons travaillé sur l'approche SSA (dite aussi algorithme de Gillespie) et sa parallélisation. Il y a eu également des discussions avec des collègues biologistes pour le **WP 5.2** (voir infra).

Toujours dans le WP 2, nous avons analysé l'impact de la granularité de la « Slotted Time-parallel simulation » sur un simulateur OpenMP existant. Résultat: nous avons identifié un *bottleneck* qui ralentit l'exécution par rapport à la simulation séquentielle quelle que soit la granularité. En cause, la gestion de l'accès aux objets partagés. Les pistes à explorer sont l'implémentation OpenMP, la compilation etc.

Également, nous avons étudié la technique du « horizontal coupling of Markov chains ». Un nouvel algorithme de simulation parallèle « catch me if you can » pour les chaînes de Markov a été développé. L'idée de base est de ne pas arrêter les processeurs à la fin d'un slot si leur trajectoire n'a pas couplé avec une autre. Les comparaisons se font donc à chaque instant, et non aux fins de slots. Cet algorithme a été testé sur un prototype et validé. L'analyse de sa complexité a aussi été validée expérimentalement. Les travaux à venir consistent en la mise au point de l'algorithme et le développement parallèle de celui-ci dans le logiciel PSI.

Plusieurs stagiaires ont été recrutés dans ce WP, sur financement MARMOTE : 1) Arnaud Panayotis, stage TER sur « Slotted Time-parallel simulation » (de Fujimoto & Nicol) sur l'étude de l'impact de la granularité sur temps d'exécution parallèle ; 2) Marion Dalle (stage M1, 12 mai- 31 août 2013) : implémentation et mise au point d'un nouvel algorithme de simulation parallèle de chaînes de Markov.

Dans le WP 2, les travaux de l'équipe de PRISM ont porté sur deux axes : la simulation parallèle de Dynamic Fault Trees et la simulation parallèle de SAN et de « process algebra » Markovien.

Le premier point est une application de la méthode de simulation parallèle monotone, décrite précédemment par l'équipe de PRISM, pour l'analyse des Dynamic Fault Trees, un des modèles les plus courant pour l'analyse de la fiabilité, ce qui donne un domaine supplémentaire d'application à nos techniques. Il faut adapter la méthode car certaines portes du DFT ne sont pas monotones. Ce travail a été réalisé avec l'équipe du LACL. Par ailleurs nous avons commencé à développer un prototype avec un stagiaire de M2.

Le second point est une application de la technique de simulation parallèle utilisant le « parallel prefix » pour le calcul d'un opérateur associatif à des spécifications d'un système Markovien décrite par des SAN ou des SPA (par exemple PEPA).

Dans le **WP 3** (environnement logiciel), le travail d'ingénierie n'a pu vraiment débiter qu'avec le recrutement de l'ingénieur Issam Rabhi dans Inria/MAESTRO à T0+10 au lieu de T0+3 comme prévu initialement. La capture des spécifications de l'environnement a été faite au moyen de visites dans les équipes qui développent actuellement des logiciels. A partir de là, une architecture qui « respecte » ces développements a été définie, et le développement du cœur du logiciel a débuté. Le plan est de respecter le jalon prévu à T0+21 en fournissant à tous les partenaires une version beta du logiciel, avec bien sûr un ensemble de fonctionnalités moins important qu'initialement prévu. Parallèlement, des expériences ont été effectuées avec deux *workflow management systems* afin de s'assurer que le logiciel disposera d'une interface utilisateur pour scientifiques non-spécialistes de la programmation.

Toujours dans le WP3, les équipes du PRiSM et du LACL ont également développé un cas de test pour un environnement de résolution numérique Markovienne. Il s'agit de l'analyse d'un serveur de data center avec une politique d'économie d'énergie permettant de mettre en état de veille une partie des serveurs. Mitrani a montré les seuils optimaux dans une politique de seuil pour allumer et éteindre les serveurs mais les hypothèses semblent peu réalistes (taille infinie des buffers, temps d'allumage exponentiel ou de mise en veille de durée nulle). On a donc modélisé une file finie avec ces politiques tout en prenant en compte des durées fortement ou faiblement variables pour les changements d'activité des serveurs. Ce problème, intéressant en soi, fournit un problème de gestion de résolutions aux outils que nous devons produire. De plus un stagiaire du LACL a étudié le passage sur GPU de l'algorithme de calcul du MaxST entre deux vecteurs. Cet algorithme est la base de nombreux algorithmes de calcul de bornes stochastiques.

L'équipe MAESTRO pense également inclure un « use case » pour un modèle de gestion d'énergie pour une station de base autonome d'un réseau 4G. Le modèle est destiné au dimensionnement des batteries d'une telle installation, compte tenu des aléas sur les sources d'énergie solaire et éolienne. Il est basé sur les « quasi-birth-death processes » ; l'implémentation des algorithmes spécifiques à cette famille de processus est justement prévue dans le WP3.

Concernant le **WP 4**, PRiSM a collaboré avec le LACL sur la recherche de solutions analytiques à forme produit, et avec le projet DYOGENE sur les bornes stochastiques utilisant des matrices de rang faible.

Le premier point a permis de dégager le concept de clients inertes qui ne font que bloquer un serveur (pour une file LIFO) ou diminuer sa vitesse (pour une file PS). Comme dans d'autres files à signaux, les clients normaux peuvent devenir ces clients exceptionnels après un service. On peut donc modéliser des serveurs dont la puissance varie, suite à un contrôle d'une autre partie du réseau. Une autre application consiste à changer la nature d'une file en y envoyant que des clients inertes (que l'on pourra retirer grâce à d'autres signaux). La file se comporte alors comme un compteur puisqu'il n'y a plus de service.

Le second point concerne les matrices stochastiques de rang faible. Comme dans d'autres problèmes de nature algébrique, les équipes de PRiSM et de Diogène ont prouvé des algorithmes de calculs dont la complexité dépend du rang plutôt que de la taille. Nous avons ensuite proposé deux algorithmes pour borner une matrice quelconque par une matrice de faible rang.

Also in the WP4, PRiSM has studied the following problem. The optimal value computation for turned-based stochastic games with reachability objectives, also known as simple stochastic games, is one of the few problems in $NP \setminus coNP$ which are not known to be in P . However, there are some cases where these games can be easily solved, as for instance when the underlying graph is acyclic. In this work, we try to extend this tractability to several classes of games that can be thought of as "almost" acyclic. We give some fixed parameter tractable or polynomial algorithms in terms of different parameters such as the number of cycles or the size of the minimal feedback vertex set.

Dans une nouvelle collaboration avec Sean Meyn (U. of Florida), nous avons étudié des schémas d'approximations par des MDP avec solution à forme close et des applications en réseaux d'énergie. Ce travail a donné lieu à une publication dans une conférence internationale

et 3 soumissions en cours. S. Meyn a également donné un tutoriel à Paris (DYOGENE + LIP6 + SAMOVAR) et à Grenoble (MESCAL) sur les méthodes d'approximation stochastique.

Dans le **WP5.1**, (application au *Cloud*) nous poursuivons notre analyse des files d'attente avec loi d'arrivée et de service générales (non exponentielles), décrites par des histogrammes de traces de trafic réelles. On généralise le trafic à un trafic non stationnaire du type SBBP, toujours en temps discret. Un modèle a été réalisé afin de représenter le trafic selon trois phases : trafic faible, moyen, et intense. La représentation du trafic se fait par l'histogramme de trafic à chaque phase associé à la matrice de transition décrivant la probabilité de transition d'une phase à une autre.

L'analyse du système est une file SBBP/D/S/B, et l'état de la file est représentée par deux composantes : le nombre de clients en attente et la phase du système. Il est clair que l'évaluation d'une file d'attente par l'étude de l'équation d'évolution est très difficile si on utilise l'histogramme exact, à cause de la taille de l'espace d'état, qui se complexifie encore plus si l'on considère différentes phases de trafic.

Nous proposons d'utiliser les méthodes de bornes stochastiques basées sur l'ordre fort (noté $\langle st \rangle$) de façon à définir des histogrammes bornants (supérieur et inférieur), de taille plus petite que l'histogramme exact. De plus, les histogrammes bornants sont obtenus à partir d'un algorithme de programmation dynamique (qui a été développé précédemment, et permettant d'obtenir des histogrammes optimaux par rapport à une fonction de coût croissante). Ainsi, nous contrôlons la taille des distributions ainsi que la qualité des mesures de performance (temps de réponses, probabilités de blocage, longueur des files).

Pour appliquer les méthodes de bornes à l'analyse des performances de ce système, nous avons démontré la monotonie des mesures de performances en fonction des histogrammes d'entrée. D'une manière plus précise, nous montrons qu'à chaque phase, si les histogrammes de trafic sont comparables, alors le nombre de clients est comparable. Cela implique la comparaison de mesures de performances telles que les probabilités de blocage.

Les résultats numériques nous ont permis de montrer l'influence du nombre d'états plus ou moins grand des histogrammes bornants agrégés sur la qualité des résultats, et les temps de calculs qui sont particulièrement longs pour le système exact. Ainsi l'intérêt de notre approche est que la méthode de bornes fournit un encadrement très intéressant et cela en un temps de calcul assez court.

L'un des objectifs de ce travail est de l'appliquer à un réseau de type *cloud* où les demandes à l'entrée du réseau sont variables, représentées par un trafic sporadique. D'autres extensions sont en cours sur plusieurs nœuds de réseaux, de différents types (files, splits, merges).

Au sein du **WP 5.2**, PRISM a développé un modèle pour paralléliser la simulation de processus biologiques. Ce modèle a été validé par de premières expérimentations sur des exemples simples de processus biologiques. Nous avons publié ces résultats dans ISCIS 2014. Pour aller plus loin dans ce domaine nous avons besoin d'une expertise biologique, or le biologiste avec qui nous travaillions jusqu'à présent a changé de domaine de recherche. Il nous faut donc trouver un nouvel interlocuteur. Comme les processus biologiques et chimiques ont beaucoup de points communs et que par ailleurs, nous travaillions déjà avec des chimistes, nous sommes en train de trouver une autre application (plus chimique que biologique) qui nous permettrait d'aller plus loin dans la simulation de ces processus complexes.

Dans le **WP 5.3** (model checking par simulation) PRISM et le LACL ont montré des relations numériques entre les chaînes de Markov en temps discret transitoires utilisées pour étudier certaines formules logiques utilisant l'opérateur Until, et des chaînes modifiées qui sont ergodiques et que l'on peut étudier par simulation parfaite. Il n'y a pas encore de publications sur ce travail.

Dans le **WP 5.4** (application à la physique statistique) : il a été identifié que les chaînes de Markov qu'il s'agit de simuler sont caractérisées par des échelles de temps très différentes et des sous-systèmes qui restent indépendants pendant de (relativement) longues périodes de temps. Cela confirme le potentiel de la simulation parallèle (en espace) pour ce problème. Une méthode pour échantillonner directement la distribution stationnaire a été trouvée, ainsi qu'un algorithme de calcul rapide pour les probabilités marginales. Il est donc prévu de développer un modèle approché qui ne prenne en compte que les événements « lents », puis de l'utiliser

en simulation et en analyse numérique, et enfin de valider l'approximation par une comparaison avec le simulateur détaillé.

Dans le cadre du **WP 5.5** (modèles stochastiques en Économie) les contacts ont eu lieu entre LIP6 et des Économistes pour la capture d'un problème d'optimisation dynamique stochastique en gestion des risques environnementaux. Ils vont se poursuivre avec la participation de MAESTRO. Une stagiaire de L3 de Nanterre (Ruxandra Rosu L3, hors crédits MARMOTE) a travaillé en mai-juillet 2013 sur les jeux stochastiques : revue de littérature et application d'algorithmes de sur un jeu d'attaque- défense. Par ailleurs, MESCAL a montré comment utiliser les chaînes de Markov perturbées pour prouver la convergence des algorithmes « Best Response » et « Smoothed Best Response » vers les équilibres de Nash purs dans les jeux de potentiel.

E.2 PUBLICATIONS EN RAPPORT AVEC MARMOTE

Ces publications ont été réalisées en dehors du cadre du projet MARMOTE proprement dit, mais leur thème correspond à l'un des WP du projet.

Publication en lien avec WP1 (simulation parfaite) :

« Probabilistic cellular automata, invariant measures, and perfect sampling »,
A. Busic, J. Mairesse, et I. Marcovici, à paraître dans *Advances in Applied Probability*, 45(4)
(Dec. 2013). Preprint arXiv:1010.3133. <http://arxiv.org/abs/1010.3133>

Publication en lien avec WP4 (analyse et simulation numérique) :

« Queues with Skill Based Parallel Servers and a FCFS Infinite Matching Model »,
I. Adan, M. Boon, A. Busic, J. Mairesse, et G. Weiss. Workshop on MAtheMatical performance Modeling and Analysis (MAMA). June 2013.

Publications en lien avec le WP4 (contrôle stochastique) :

« Mobile Association Problem in Heterogenous Wireless Networks with mobility »,
P. Coucheney, E. Hyon, et J.M. Kelif, PIMRC 2013.

« On-Demand Prefetching Heuristic Policies: A Performance Evaluation »,
O. Morad and A. Jean-Marie. 29th International Symposium on Computer and Information Sciences (ISCIS 2014), Cracovie, Pologne, octobre 2014.

« Prefetching Control for On-Demand Contents Distribution: A Markov Decision Process Model »,
O. Morad and A. Jean-Marie. IEEE 22nd International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Computer and Telecommunication Systems (MASCOTS 2014), septembre 2014.

Publications en lien avec la tâche WP5.4 (physique statistique) :

« Mode competition in dual-mode quantum dots semiconductor microlaser »,
L. Chusseau, F. Philippe, P. Viktorovitch, et X. Letartre. *Phys. Rev. A*, 88(015803):015803, 7
2013.

« Monte Carlo markovian modeling of modal competition in dual-wavelength semiconductor lasers »,
Laurent Chusseau, Fabrice Philippe and Alain Jean-Marie, *SPIE Photonics West – OPTO :Physics and Simulation of Optoelectronic Devices XXII*, pages 8980-55, San Francisco, février 2014.