Rapport d'activité du Laboratoire de Recherche et Développement de l'EPITA

2011 - 2015



EPITA-LRDE, 14-16 rue Voltaire, FR-94276 Le Kremlin-Bicêtre, France Téléphone +33 1 53 14 59 22 — Fax +33 1 53 14 59 13 info@lrde.epita.fr — http://www.lrde.epita.fr

Table des matières

1	Intr	roducti	ion	4
	1.1	Histor	ique	4
	1.2	Effect	if	5
		1.2.1	Un travail de transmission	7
	1.3	Infras	tructure	7
	1.4	Budge	et	8
2	Bila	an de r	recherche	9
	2.1	Thèm	e 1 – Reconnaissance des formes	9
		2.1.1	Traitement d'images	9
		2.1.2	Reconnaissance du locuteur et traitement de la parole $\ \ldots \ \ldots$	12
	2.2	Thèm	e 2 – Automates et vérification	13
		2.2.1	Automates Finis à Multiplicités	14
		2.2.2	Vérification formelle	15
	2.3	Axe ti	ransversal – Généricité et performance	17
		2.3.1	Paradigmes de programmation et expressivité des langages	17
3	Bila	an de l	'activité du LRDE	19
	3.1	Les pr	rojets de recherche	19
		3.1.1	LINX – FUI – 2012-2016	20
		3.1.2	$TerraRush-Investissement\ d'avenir\ -\ Grand\ Emprunt-2013-2015$	20
		3.1.3	$OpenSE-projet\ européen-2009-2012 \dots \dots \dots \dots \dots \dots$	21
		3.1.4	ANR Vaucanson 2 (2011-2014)	23
	3.2	Les bi	bliothèques du LRDE	23
		3.2.1	Olena	23
		3.2.2	Vcsn	24
		3.2.3	Spot	26
		3 2 4	Outils de développement logiciel	28

	3.3	Partic	ipations aux comités de conférences et revues	30
4	Pers	spectiv	ves	32
	4.1	Recon	naissance des formes	32
		4.1.1	Traitement d'images	32
		4.1.2	Reconnaissance du locuteur	33
	4.2	Auton	nates et vérification	34
		4.2.1	Automates	34
		4.2.2	Model checking	34
A	Le (Consei	l Scientifique de l'EPITA	36
В	Pub	olicatio	ns du LRDE	37
\mathbf{C}	Bib	liograp	hie	49
D	Sém	inaire	Performance et Généricité du LRDE	59
${f E}$	Les	ancier	s étudiants-chercheurs du LRDE	62

1 Introduction

Le LRDE est un laboratoire de recherche sous tutelle de l'École Pour l'Informatique et les Techniques Avancées (EPITA). Il est composé de 8 enseignants-chercheurs, 2 ingénieurs de recherche, 1 administrative, 6 thésards et 8 étudiants-chercheurs fin 2015.

Appartenant à une école privée, le LRDE est une exception dans un monde où la recherche académique scientifique est quasi exclusivement du ressort d'organismes publics. Le financement du LRDE est couvert à 60% par l'EPITA, le reste venant de contrats industriels, de projets académiques et du Crédit Impôt Recherche depuis 2013.

Créé en 1998, le LRDE a atteint sa maturité. Sa production scientifique et ses collaborations universitaires en font un laboratoire normal. Il est membre de l'école doctorale EDITE et autonome dans l'encadrement des thèses. Il a eu son premier financement de thèse CIFRE en 2015.

Ce rapport d'activité présente le bilan des 5 années de 2011 à 2015. Il se veut un moyen de réflexion et d'orientation ainsi qu'un outil de communication vis-à-vis de la communauté scientifique.

1.1 Historique

Le LRDE a été créé en 1998 à l'initiative de Joël Courtois, directeur de l'EPITA, qui désirait équiper l'école d'un véritable laboratoire académique, tant pour attirer des enseignants de qualité que pour participer à la reconnaissance de l'école par ses pairs. En même temps le laboratoire permettrait aux meilleurs élèves de l'école de s'initier au monde de la recherche en participant à des projets de recherche.

La genèse

Dès sa conception le laboratoire a intégré des étudiants durant leur cycle d'ingénierie afin de leur faire découvrir le monde de la recherche à travers une participation au développement des projets. Ces projets sont ou ont été¹:

- Olena (98-...), une plate-forme de traitement d'images qui veut marier la simplicité d'utilisation et la performance,
- Urbi et Orbi (99–02), un environnement distribué de création de mondes virtuels,
- Tiger (99-...), un projet éducatif pour l'apprentissage des techniques de programmation par la construction de compilateurs,
- Vaucanson (01-...), une plate-forme de manipulation des automates finis,
- Transformers (02 –09), une bibliothèque de transformation de code source de C++ naïf vers du C++ optimisé,

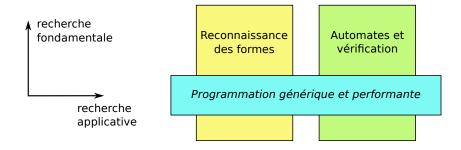
¹cf http://projects.lrde.epita.fr/

- SpeakerID (04 -...), une méthode pour la reconnaissance du locuteur,
- APMC (04–06), un model checker probabiliste distribué,
- CLIMB (06 -...), une bibliothèque de traitement d'images écrite en LISP,
- SPOT (07-...), une bibliothèque de model checking.

La diversité de ces recherches trouve son origine dans la diversité des membres du LRDE. Cependant le laboratoire cherche à réduire le nombre de thématiques de recherche et favorise le traitement d'image et le *model checking* dans ses recrutements.

La maturation

En 2005, sous l'impulsion du Conseil Scientifique tout juste crée, la nécessité est apparue de structurer le laboratoire autour de thématiques de recherche afin de permettre au laboratoire de percer dans le monde académique et industriel. La définition de cette thématique a été difficile à trouver. Le point commun le plus visible était, et l'est toujours, la programmation générique et performante. Il s'agit clairement de la marque de fabrique du laboratoire que l'on retrouve dans différents projets du laboratoire et a donné lieu à une dizaine de publications, cf section 2.3 (le séminaire du laboratoire porte sur cet aspect, cf annexe D). Mais ce type de programmation est un outil au service de projets de recherche qui sont les réelles activités principales des chercheurs. Parmi ces activités le traitement d'images était déjà la thématique la plus importante du laboratoire mais noyée parmi les autres. Aussi après un long processus de réflexion, le LRDE a retenu deux thématiques : Reconnaissance des formes, cf section 2.1 et Automates et vérification, cf section 2.2.



1.2 Effectif

L'effectif actuel comprend les enseignants-chercheurs suivants :

Nom	Né en	Formation	Arrivée
Réda Dehak	1975	Dr ENST	2002
Akim Demaille	1970	X / Dr ENST	1999
Alexandre Duret-Lutz	1978	EPITA / Dr Paris VI	2007
Jonathan Fabrizio	1978	Dr Paris VI	2009
Thierry Géraud	1969	ENST / Dr ENST / HDR	1998

Etienne Renault	1987	Dr Paris VI	2011
Olivier Ricou	1966	Dr Paris VI	2002
Didier Verna	1970	ENST / Dr ENST	2000
Yongchao Xu	1986	Dr Paris-Est	2010

TAB. 1 : Enseignants-chercheurs du LRDE

assistés des ingénieurs de recherche :

Nom	Né en	Formation	Arrivée
Clément Démoulins	1985	M2 Paris VI	2012
Myriam Robert-Seidowsky	1989	M2 Paris VI	2013

Tab. 2 : Ingénieurs de recherche du LRDE

L'ensemble des docteurs sont docteurs en informatique à l'exception d'Olivier Ricou qui est docteur en mathématique (analyse numérique).

L'équipe est dirigée par Olivier Ricou assisté par Daniela Becker pour les aspects administratifs.

Durant les 5 années couvertes par ce rapport, les thésards suivants ont été encadrés au LRDE :

Nom	Né en	Formation	Période
Ala Eddine Ben Salem	1980	M2 SLCP (INP Toulouse)	2011 - 2014
Nicolas Boutry	1978	Ingénieur ESIEE	2014
Ana Stefania Calarasanu	1988	M2 Paris VI	2012 - 2015
Edwin Carlinet	1988	M2 ENS Cachan	2012 - 2015
Lê Duy Huynh	1991	Ingénieur Télécom Bretagne	2015
Alexandre Landi	1986	Master Finances Skema	2015
Ludovic Le Frioux	1992	M2 Paris VI	2015
Roland Levillain	1980	M2 SIRF (ENST)	2007 - 2011
Jim Newton	1965	Master Mississippi State University	2015
Etienne Renault	1987	M2 Paris VI	2011 - 2014
Yongchao Xu	1986	M2 Paris XI	2010 - 2013

TAB. 3 : Thésards du LRDE entre 2011 et 2015

Le LRDE a aussi eu un chercheur invité durant ces 5 années :

Souheib Baarir 20	14–2015 MdC I	Paris X Nanterre
-------------------	-----------------	------------------

Ces effectifs passés et présents de salariés du LRDE ont toujours été complétés par des étudiants-chercheurs (cf section suivante).

1.2.1 Un travail de transmission

Une originalité du LRDE est son cursus de formation par la recherche qui permet à une poignée d'étudiants de l'EPITA d'intégrer le monde de la recherche dès leur première année d'ingénieur. Ce travail entre l'enseignement et la recherche génère des pré-thésards et intervient à ce titre dans ce rapport d'activité.

Ainsi 114 étudiants ont été rattachés au LRDE en 16 ans. Ils ont eu leur bureau au laboratoire, ils ont participé aux travaux de recherche de leur encadrant et certains ont pu présenter leurs résultats dans des conférences internationales.

Un nombre important ont fait leur stage de fin d'étude dans des laboratoires de recherche, en France ou à l'étranger. 46 ont fait un M2 recherche, 36 sont devenus docteur et 4 sont actuellement en thèse.

Certains anciens élèves du LRDE continuent dans une carrière académique :

Nom	Promo	Statut actuel
Jérôme Darbon,	2001	CR CNRS au CMLA (ENS Cachan)
Alexandre Duret-Lutz	2001	MdC au LRDE (EPITA)
Pierre-Yves Strub	2002	Chercheur à l'IMDEA (Madrid)
Yann Régis-Gianas	2003	MdC au PPS (Paris VII)
Jean-Baptiste Mouret	2004	Chercheur INRIA (Nancy) / HDR
Louis-Noël Pouchet	2006	MdC à Ohio State University
Thomas Largillier	2007	MdC au GREYC (Caen)
Michaël Cadilhac	2007	Chercheur à l'Université de Tübingen
Charles-Alban Deledalle	2008	CR CNRS à l'Institut de Maths de Bordeaux

1.3 Infrastructure

Le LRDE est situé sur le campus de l'EPITA, au Kremlin-Bicêtre, Porte d'Italie.

Il dispose d'un espace dédié d'environ 200 m² qui comprend les bureaux, une salle de séminaire et une salle machine. Cet espace nous permet d'accueillir des collaborateurs temporaires, élèves, stagiaires, thésards, professeurs invités, dans de très bonnes conditions.

Le laboratoire a bien sûr accès aux infrastructure de l'école, en particulier aux amphithéâtres pour des séminaires de taille importante.

Les ressources informatiques comprennent, en dehors des machines des permanents, un cluster de calcul et différents serveurs hébergeant les services du laboratoire, dont les services automatiques de validation du code développé au sein du laboratoire, cf section 3.2.4. Le réseau du laboratoire est séparé de celui de l'école et ne dépend du dernier que pour sa connexion à Internet.

1.4 Budget

Le budget du LRDE sur les dernières années est résumé figure 1.

Les coûts comprennent essentiellement les salaires de ses membres. On note une progression de la part des thésards, part qui devrait continuer à augmenter, le but étant d'avoir au moins autant de thésards que d'enseignants-chercheurs.

Concernant le financement du LRDE, il est couvert au 2/3 par l'EPITA, la seconde source de financement est le CIR, le reste provenant de projets académiques et industriels.

Les enseignants-chercheurs consacrent une partie de leur temps à l'enseignement et au fonctionnement de l'école, environ 1/3 de leur temps, une partie à la recherche, toujours 1/3, et le dernier tiers varie suivant les personnes. Les charges d'enseignement sont comparables à celles des universités.

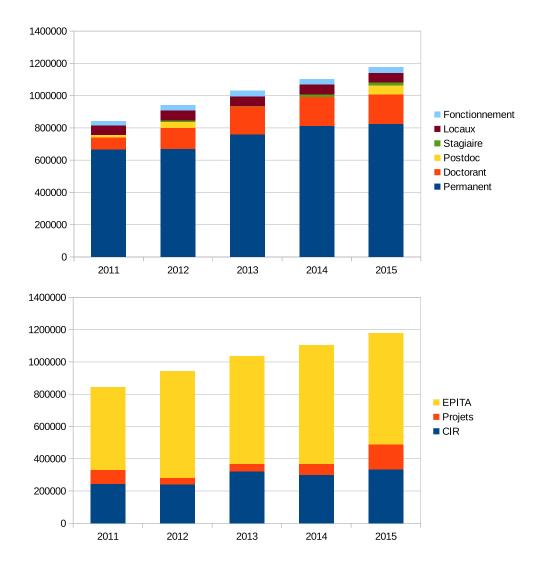


Fig. 1 : Répartition du budget du LRDE

2 Bilan de recherche

Le but du LRDE est de développer de nouveaux concepts dans ses domaines de recherche en allant de la théorie jusqu'à la pratique. Cette recherche se veut ouverte et reproductible. C'est dans ce but que le laboratoire intègre le plus possible ses résultats dans des bibliothèques ouvertes. Ainsi chacun peut les télécharger et mesurer par lui-même l'intérêt des recherches effectuées au LRDE, voire s'appuyer dessus pour aller plus loin. En plus de leur efficacité en tant qu'outils de recherche, ces bibliothèques sont aussi des outils de communication fort utiles pour nouer des relations avec des partenaires académiques et industriels.

Les trois bibliothèques majeures du LRDE sont Olena pour le traitement d'images, Vcsn pour les automates finis et Spot pour le *model checking*. Olena est régulièrement utilisée dans différents projets académiques et industriels. Spot, déjà reconnue dans le milieu académique est en cours d'industrialisation. Enfin Vcsn est un outil destiné tant aux chercheurs pour travailler sur les automates qu'aux enseignants pour servir de support à des TP. Ces bibliothèques sont présentées dans la section 3.2 ainsi que dans les sections de leur thématique de recherche.

2.1 Thème 1 – Reconnaissance des formes

2.1.1 Traitement d'images

La recherche en traitement d'images au LRDE entre 2011 et 2015 peut se décomposer en trois pans :

- un pan méthodologique en morphologie mathématique et en topologie discrète;
- un pan applicatif avec les deux sujets principaux que sont la dématérialisation de documents et l'extraction de texte dans les images naturelles;
- un pan plus informatique traitant du génie logiciel et d'algorithmes pour le traitement d'images.

Pan méthodologique

La partie méthodologique en traitement d'images a porté sur deux sujets connexes : la morphologie mathématique et la topologie discrète. Sur la période 2011-2015, trois thèses se sont inscrites dans ces sujets : Yongchao Xu (2010-2013) Tree-based shape spaces : Definition and applications in image processing and computer vision [100] (un résumé en français publié dans [108]); Edwin Carlinet (2012-2015) A tree of shapes for multivariate images [22]; et Nicolas Boutry (depuis 2013) Well-composed images [15].

L'arbre des formes (nommé encore carte topographique ou arbre d'inclusion) est une représentation morphologique hiérarchique du contenu d'une image. Cet arbre est surtout connu comme support des filtres de grains, opérateurs algébriques connexes auto-duaux.

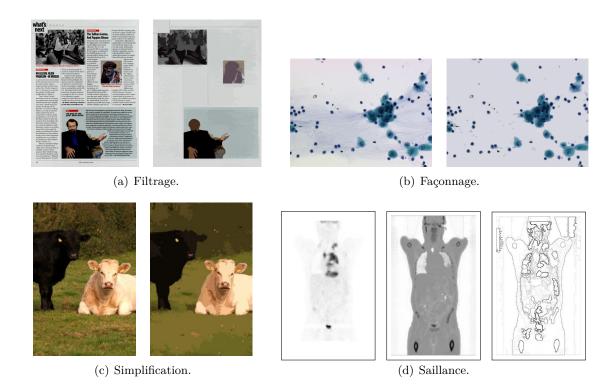


Fig. 2 : Quelques applications de l'arbre morphologique des formes.

Ces filtres procèdent à un élagage de l'arbre, éliminant ainsi de l'image les petites structures. Au cours de la thèse de Yongchao Xu, nous avons mis en évidence de nouvelles classes de filtres opérant sur l'arbre des formes. L'idée principale consiste à supprimer des nœuds de l'arbre, en ne se limitant pas aux feuilles. Pour cela, on se place dans un second espace, nommé "espace des formes", afin de définir / guider le filtrage. Ces résultats ont fait l'objet d'une publication dans *IEEE Transactions on PAMI* [109].

Les arbres morphologiques sont basés sur les ensembles de niveaux de l'image, issus de tous les seuillages possibles. Cela suppose qu'il existe une relation d'ordre totale pour les valeurs des pixels, ce qui est le cas lorsque l'image est en niveaux de gris. Lorsque l'on dispose d'une image en couleurs, il n'existe pas de relation d'ordre "naturelle" (le rouge est-il inférieur au vert?) Pour appliquer des traitements de morphologie mathématique, de nombreux auteurs définissent des relations d'ordre, plus ou moins arbitraires, sur les couleurs. Nous avons cherché à définir l'arbre des formes pour les images en couleurs en n'imposant pas de relation d'ordre sur les couleurs [26, 25] ([27] pour une version en français). Une solution a été trouvée qui vérifie les invariants morphologiques que possède l'arbre des formes en niveaux de gris : des invariances géométriques, l'invariance par changement (marginal) de contraste, et l'invariance par inversion (marginal) de contraste. La représentation obtenue n'est pas propre à la couleur; elle se généralise à toutes données multivariées [28]. Ces résultats ont été détaillés dans une publication dans IEEE Transactions on Image Processing [30]. La figure 2 montre quelques applications des arbres morphologiques multivariés à l'aide de nouveaux traitements (Cf. paragraphe précédent) réalisés sur l'arbre des formes.

Dans [58] nous avons montré que les représentations auto-duales et les opérateurs morphologiques auto-duaux n'étaient pas "purs", précisément pas tout à fait auto-duaux. Cela est dû à la nécessité de recourir à deux connexités différentes en topologie digitale (une pour l'objet et une pour le fond en binaire, une pour les seuils inférieurs et une pour les seuils supérieurs en niveaux de gris). Plusieurs pistes de recherche ont été explorées pour obtenir des représentations et des opérateurs parfaitement auto-duaux. Une première solution proposée s'appuie sur les complexes cubiques et les fonctions multivoques [70]. Une seconde solution consiste à rendre l'image "bien-composée", c'est-à-dire telle que les composantes connexes de tout ensemble de niveaux soient stables vis-à-vis de la connexité utilisée. Nous avons proposé pour cela de modifier les valeurs des pixels [17], ou de considérer des interpolations de l'image [14] ([15] pour la version française). Ce travail a été l'occasion de généraliser en n-D la notion d'images bien-composées [16].

Pan applicatif

Utilisation de l'arbre des formes

Un premier cercle applicatif fait écho au pan méthodologique décrit ci-dessus : il s'agit de l'utilisation de l'arbre des formes sur des images en niveaux de gris ou en couleurs. Les applications envisagées ont été générales : segmentation [104], filtrage [105], et simplification d'images [106, 101]. Des applications plus spécifiques ont également été explorées : la segmentation des vaisseaux sanguins dans les images de fond d'œil [107], l'extraction de caractéristiques locales et leur mise en correspondance pour l'appariement d'images et la reconstruction 3D [103]; la déduction du *speckle* et le suivi anatomique en imagerie ultrasonore 2D+t [99]; la segmentation interactive d'objets [31, 29].

Dématérialisation de documents

Différents travaux ont été menés, liés à la dématérialisation de documents : une estimation robuste de l'inclinaison des documents [47]; une méthode d'élimination des barres de portée dans des images de partitions musicales [57]; une binarisation multi-échelles efficace d'images de documents [61]; une évangélisation des opérateurs morphologiques connexes pour l'analyse d'images de documents [62]. Enfin, il faut noter la publication qui décrit notre boîte à outils logicielle, SCRIBO, dédiée à la dématérialisation [63].

Extraction de texte dans les images naturelles

La détection automatique de texte dans les images est un enjeu important. Plusieurs applications essentielles sont concernées par les avancées de cette thématique (notamment pour l'indexation automatique) et de nombreuses difficultés subsistent. L'équipe Olena travaille sur la détection automatique de texte dans les images depuis plusieurs années [49]. Durant ces cinq dernières années, l'équipe image a concrétisé ses recherches par la participation à plusieurs projets dont les projets LINX (Lecteur automatique pour les malvoyants) et Terrangus (indexation automatique de rushes de vidéos). L'équipe a pu étendre son travail à la vidéo et proposer de nouvelles solutions dans le suivi de texte dans des séquences [40, 76]. Une difficulté rencontrée dans cette thématique était l'absence de protocole fiable pour évaluer ce type d'algorithmes, tant pour mesurer les améliorations des méthodes que pour comparer les méthodes entre elles. L'équipe a donc mis en place et proposé un nouveau protocole (sujet de thèse d'Ana Stefania Calarasanu [18]) ainsi que des outils de visualisation

pour mesurer les performances de tels systèmes [20].

Pan informatique

Les aspects de génie logiciel et de paradigmes de programmation, appliqués au traitement d'images (via la bibliothèque C++ Milena du projet Olena) ont été le sujet du manuscrit d'HDR de Thierry Géraud [52]. Le but est de pouvoir traduire sans restriction la généricité intrinsèque, due aux abstractions d'un domaine scientifique, des structures de données et des algorithmes de ce domaine; ici le domaine considéré est le traitement d'images.

Une étude comparée des différents algorithmes de calcul d'arbres morphologiques, une proposition de variante algorithmique, et une classification adaptée aux besoins du praticien [23, 24]. Pour l'arbre morphologique des formes, un algorithme quasi-linéaire a été mis en évidence, pouvant fonctionner sur des images n-dimensionnelles [59]. Enfin, le calcul efficace de multiples attributs sur les arbres morphologiques, ainsi que le calcul de cartes de saillance ont été présentés dans [102].

2.1.2 Reconnaissance du locuteur et traitement de la parole

Dans le domaine de la reconnaissance du locuteur, le LRDE travaille sur les problèmes liés à l'effet du canal, à la variabilité du locuteur dans le signal de parole et de représentation de l'identité du locuteur.

Ce travail est mené en collaboration avec l'équipe parole du MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory.

I-Vector : Etat de l'art en traitement de la parole

Nous avons proposé un nouvel ensemble de paramètres pour la représentation des caractéristiques intrinsèques au locuteur (I-Vector : Identity Vector) [35]. Cette représentation est devenue l'état de l'art dans le domaine du traitement de la parole, elle a été étendue aux applications de reconnaissance du langage [37] et par la suite à la reconnaissance de la parole. C'est devenu aussi le support d'un nouveau challenge dans les évaluations NIST.²

Segmentation du locuteur

La reconnaissance de la parole repose essentiellement sur un bon système de segmentation du locuteur, spécialement en présence de la voix de plusieurs locuteurs dans le même enregistrement. Une approche bayésienne basée sur les I-Vecteurs et méthode Factor Analysis a été proposée dans [80].

Reconnaissance du locuteur

Plusieurs pistes ont été explorées dans le but d'améliorer ou de compléter le système à base de I-Vecteur :

• A Channel-Blind System for Speaker Verification [34]

²NIST I-Vector Machine Learning Challenge: https://ivectorchallenge.nist.gov

- First Attempt of Boltzmann Machines for Speaker Verification [78]
- GMM Weights Adaptation Based on Subspace Approches for Speaker Verification [36]

Campagne d'évaluation des systèmes de vérification du locuteur NIST-SRE

Nous avons participé à la compagne d'évaluation des systèmes de vérification du locuteur organisée par NIST-SRE 3 2012 en collaboration avec le MIT-CSAIL, MIT-LL et JHU-HLTCOE [13].

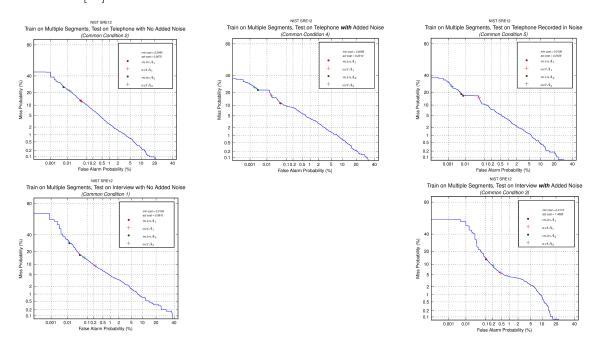


Fig. 3 : Performances du système de reconnaissance soumis à la compétition NIST-SRE 2012.

Le système proposé est le résultat de la fusion des systèmes de chaque laboratoire. Compte tenu de la difficulté des tâches demandées durant cette compétition et la taille de l'équipe reconnaissance du locuteur du LRDE, il est devenu impossible pour nous de participer seul en 2012. Le système du LRDE était basé sur la méthode I-Vecteur. Les scores, obtenus par une distance cosinus et une S-Norm, ont été calibrés à l'aide d'un système neuronal multicouches prenant en compte un ensemble de méta-données issues du fichier audio. La fusion des scores calibrés avec les autres systèmes est obtenue avec une régression logistique. Les performances du système sont illustrés dans la figure 3.

2.2 Thème 2 – Automates et vérification

L'équipe automate du LRDE s'intéresse à la manipulation d'automates dans deux optiques différentes. La première est l'algorithmique des automates finis à multiplicités (ou à poids)

³Le National Institute of Standards and Technology organise des compétitions dans différents domaines tant pour stimuler la recherche que pour définir de nouvelles normes, cf http://www.nist.gov/itl/iad/mig/sre12.cfm

dans un cadre générique qui puisse se spécialiser sur des automates particuliers. La seconde est l'utilisation d' ω -automates (des automates reconnaissants des mots infinis) pour faire de la vérification formelle. Ces deux axes, bien que traitant tous les deux d'automates, correspondent en fait à deux communautés différentes, avec peu d'échanges.

2.2.1 Automates Finis à Multiplicités

Notre ambition concernant ce projet de recherche est le développement d'une plate-forme de manipulation d'automates finis à multiplicités qui offre la généricité, l'efficacité, le respect de la théorie et la polyvalence. La généricité pour supporter directement différents types de machines à états finies, au sens large, automates ou transducteurs avec multiplicités (les mots manipulés étant définis dans un monoïde quelconque, pas nécessairement libre, et les multiplicités dans un semi-anneau). L'efficacité pour pouvoir travailler sur des automates de taille conséquente, comme c'est le cas en linguistique informatique. Le respect de la théorie pour offrir à l'utilisateur une expressivité des algorithmes aussi proche que possible de leur description mathématique. Enfin la polyvalence afin que l'étudiant comme le chercheur confirmé, l'universitaire comme l'industriel, le monde du traitement des langues naturelles comme celui de la vérification formelle, puissent utiliser notre plateforme naturellement.

Ce projet, Vaucanson, a été initié en 2001 par Jacques Sakarovitch (LTCI/Télécom ParisTech) et Sylvain Lombardy (alors au LIAFA, maintenant au LaBRI) dans le cadre du stage de deux étudiants du LRDE. Ensuite, le développement de Vaucanson s'est fait en collaboration entre Télécom ParisTech et le LRDE.

En 2007, il réunissait quatre partenaires avec l'arrivée de l'équipe du professeur Hsu-Chun Yen de l'université de Taipei. Cette collaboration a vu son travail reconnu par l'ANR et son homologue Taïwanais qui ont attribué en 2010 un financement pour la poursuite du projet.

En 2014 le projet s'est scindé en deux, le LRDE désirant aller dans une direction différente de celle des autres partenaires. Dès lors, la "version LRDE" de Vaucanson a été renommée Vcsn.

Évolution

La dernière version stable de Vaucanson 1 fut la 1.4.1, publiée le 14 juillet 2012. Elle était la dernière de sa branche, un travail de réflexion en profondeur nous ayant mené à redéfinir entièrement les interfaces. Nous souhaitions en particulier être capable de distinguer quatre types d'automates : les automates étiquetés par des lettres, ceux étiquetés par des atomes (lettres ou mot vide), ceux étiquetés par des mots, et ceux étiquetés par des expressions rationnelles (jusqu'à présent, Vcsn ne connaissait que les deux derniers types).

Ce changement, dont la nécessité s'est fait sentir de plus en plus au fil des ans, donna lieu à la version 2.0 de Vaucanson. Ce projet a obtenu le support de l'ANR (cf. section 3.1.4).

Vaucanson 2 a une architecture originale, en plusieurs couches. Une présentation des deux

couches basses de cette architecture (bibliothèque de template C++, puis au-dessus une bibliothèque de dispatch dynamique) a été faite à CIAA-2013 [39].

La couche dynamique s'est ensuite enrichie d'une capacité de génération et de compilation de code à la volée, ce qui nous a permis d'offrir le support d'opérations entre automates de types hétérogènes. Cette approche a été présentée à CIAA-2014 [38]. Deux nouvelles couches faisaient également leur apparition : une liaison avec Python, puis avec IPython, ce qui offrait à l'utilisateur un environnement graphique interactif de manipulation d'automates.

Depuis Vaucanson 2 est devenu Vcsn. Son environnement IPython en fait un environnement de choix pour l'enseignement : il est utilisé pour des séances de TPs à l'EPITA et à Télécom ParisTech.

Vcsn est décrit section 3.2.2.

2.2.2 Vérification formelle

L'autre aspect des automates étudiés concerne les ω -automates pour la vérification formelle ou $model\ checking$.

Pour vérifier qu'un modèle M vérifie une propriété comportementale φ , on procède en quatre étapes. (1) L'espace d'état du modèle est développé sous la forme d'un automate A_M dont le langage représente l'ensemble des scénarios d'exécution possibles. (2) La propriété est transformée en un automate $A_{\neg\varphi}$ dont le langage représente l'ensemble des comportements invalidant la propriété. (3) On construit le produit synchronisé des deux automates : c'est-à-dire un automate dont le langage $\mathcal{L}(A_M \otimes A_{\neg\varphi}) = \mathcal{L}(A_M) \cap \mathcal{L}(A_{\neg\varphi})$ représente l'ensemble des scénarios du modèle invalidant φ . (4) Enfin on vérifie que le langage du produit est bien vide avec un algorithme dit d'emptiness check.

Pour cela nous disposons de notre bibliothèque Spot, cf section 3.2.3. L'aspect "bibliothèque" distingue Spot des *model checkers* classiques, qui sont plus "figés", c'est-à-dire câblés pour réaliser une suite d'opérations et rien d'autre. Nous portons dans notre cas une attention à pouvoir réutiliser, substituer, altérer, tout ou partie de la chaîne de vérification.

À long terme, nous souhaiterions être capables de composer une chaîne de traitements dynamiquement, en l'adaptant au système et aux propriétés que l'on souhaite y vérifier ce qui mène à un *model checking* adaptatif.

À court terme, Spot sert de milieu de culture que nous enrichissons en développant de nouveaux algorithmes, et qui nous permet de tester de nouvelles idées. Aujourd'hui, Spot est de plus en plus une plateforme permettant de manipuler des ω -automates ; l'application au model checking étant un cas parmi d'autres.

Les travaux des cinq dernières années ont porté sur la parallélisation et l'optimisation des algorithmes d'*emptiness check*, le support d'automates de différentes natures, et la simplification des automates.

Parallélisation et optimisation des algorithmes d'emptiness check

Un emptiness check est un algorithme qui décide si un automate possède un language vide. Il existe plusieurs algorithmes résolvant ce problème, et certains sont spécialisés pour des sous-familles d'automates : par exemple l'emptiness check d'un automate faible ne nécessite qu'un simple parcours en profondeur alors que dans le cas général il faut soit imbriquer deux parcours en profondeur imbriqués, ou faire une énumération des composantes fortement connexes.

Le travail de thèse d'Étienne Renault [71] a montré comment un automate $A_{\neg\varphi}$ représentant une propriété complexe pouvait être décomposé en trois plus petits automates A_T , A_W , et A_S de forces différentes mais tels que $\mathscr{L}(A_M \otimes A_{\neg\varphi}) = \mathscr{L}(A_M \otimes A_T) \cup \mathscr{L}(A_M \otimes A_W) \cup \mathscr{L}(A_M \otimes A_S)$. Ainsi l'emptiness check de $A_M \otimes A_{\neg\varphi}$ peut être remplacé par trois emptiness checks effectués en parallèle avec des algorithmes adaptés à chaque force d'automate [72].

Autres résultats de cette même thèse : un nouvel algorithme d'emptiness check basé sur l'utilisation de la structure de donnée "union-find" [73], et plusieurs variantes parallèles d'emptiness checks [74].

Le support d'automates de différentes natures

Cet axe de travail est en réalité double. Il a commencé avec la thèse d'Ala Eddine Ben Salem [77], qui a étudié l'utilisation d'automates "testeurs" dans le cadre du model checking. Ces automates sont étiquetés non pas par des propositions à vérifier, mais par les changements de ces propositions. Autrement dit, au lieu de regarder si une proposition est vraie ou fausse, on ne peut que détecter qu'une proposition vient de changer de valeur. De tels automates sont bien adaptés à la représentation de propriétés insensibles au bégaiement (pour ces propriétés les exécutions acceptées ou rejetées le restent si l'on duplique certaines positions, ou que l'on supprime des doublons), fréquentes en model checking. Ala Eddine a étudié plusieurs généralisations de ces automates qui les rendent compétitifs même avec les automates de Büchi généralisés utilisés par Spot [7, 8]. Il s'est aussi intéressé à l'utilisation de ces automates dans le contexte du model checking symbolique [9] ou hybride [10], ainsi que des extensions [6, 5].

L'autre aspect du support d'automates différents est l'introduction plus récente de conditions d'acceptation généralisées. Ce travail est en partie le fruit d'une collaboration internationale avec d'autres auteurs d'outils (1t13ba et 1t13dra en République Tchèque, 1t12dstar en Allemagne, et PRISM en Angleterre) [4]. Nous avons défini un format d'échange d'automates afin de pouvoir faire interopérer nos outils, et plutôt que de restreindre le format aux seules conditions d'acceptation que ces outils produisaient (Büchi, Büchi généralisé, Rabin, Rabin généralisé, et Streett), nous avons généralisé le format pour qu'il supporte des conditions d'acceptation exprimées sous la forme d'expressions arbitrairement complexes. Par exemple le produit d'un automate de Rabin avec un automate de Streett est un automate dont la condition d'acceptation n'a pas de nom, mais que nous pouvons exprimer. Cette généralité et maintenant complètement supportée par Spot, et ouvre la porte à de nouveaux sujets de recherche.

Simplifications d'automates

On a vu l'importance de la taille de l'automate $A_{\neg\varphi}$, afin de limiter l'explosion du produit. Spot est reconnu pour son algorithme de traduction de formules exprimée en logique temporelle à temps linéaire (LTL) en automate, et tous les algorithmes de simplification qui peuvent être appliqués ensuite.

Le principal outil de traduction concurrent est 1t13ba: il produit des automates généralement plus gros, mais le fait plus rapidement. Cet outil est réalisé par une équipe Tchèque avec laquelle nous avons noué des liens et collaborons depuis 2012 [3, 11, 12]. Nos intérêts communs portent sur la simplification des automates (plusieurs publications communes) et depuis plus récemment sur l'utilisation de conditions d'acceptation généralisées. Toutes les techniques que nous avons développées sont intégrées dans Spot.

En dehors de cette collaboration, nous avons aussi travaillé sur la minimization d' ω -automates déterministes à l'aide d'un SAT-solver [1, 2]. La technique est relativement coûteuse (mais le problème est NP-complet) et doit être vue plus comme un outil pour trouver des automates que nos autres techniques de simplification traitent mal, et pour lesquels on pourrait chercher à faire mieux.

2.3 Axe transversal – Généricité et performance

Au vu des sections précédentes, il apparaît que si les projets du LRDE portent sur des domaines applicatifs variés, une problématique sous-jacente commune est de concilier deux aspects d'ordinaire contradictoires : performance et généricité.

2.3.1 Paradigmes de programmation et expressivité des langages

Motivation

Ce souci a conduit les équipes du laboratoire, à commencer par celle du projet Olena, à développer sur le long terme un métier de génie logiciel basé sur des techniques de C++ fortement templaté. Si le LRDE fait aujourd'hui montre d'une expertise incontestable en la matière, il n'en demeure pas moins qu'il existe au départ un parti pris au niveau langage. Une approche alternative consiste donc à se débarrasser de ce parti pris, afin d'étudier les possibilités offertes par d'autres langages.

Dans une optique de réconciliation des aspects de performance et de généricité, le langage choisi n'offre pas que des avantages. Parmi les inconvénients, citons le fait que C++ est un langage lourd, doté d'une syntaxe extrêmement complexe et ambiguë, que le système de template est en fait un langage complètement différent du C++ "standard", et finalement qu'il s'agit d'un langage statique. Ce dernier point a des implications non négligeables sur le plan applicatif, dans la mesure où il impose une chaîne stricte Développement \rightarrow Compilation \rightarrow Exécution \rightarrow Débogage, rendant par exemple difficiles les activités de prototypage rapide ou d'interfaçage Homme-Machine. Il devient dès lors incontournable d'équiper les projets concernés d'une troisième infrastructure langagière, celle-ci plutôt basée sur des langages de script.

Face à ces problèmes, une autre équipe du laboratoire a donc choisi de s'intéresser à la question rémanente de "performance et généricité" selon une approche transversale, c'est-à-dire focalisée sur les alternatives langagières plutôt que sur un domaine applicatif particulier. Le but de ce travail de recherche est par conséquent d'étudier les solutions qu'offrent des langages autres que C++, en particulier les langages dynamiques, le choix s'étant actuellement porté sur Common Lisp.

Performance

Dans une optique de performance, le choix d'un langage alternatif n'a de sens que si l'on est capable de prouver que cette nouvelle approche permet de rester au moins dans les mêmes ordres de grandeur en termes d'efficacité. Il est donc nécessaire de commencer par l'évaluation des performances de ce nouveau langage, d'autant que le choix d'un langage dynamique est par essence sujet à controverse.

De prime abord, il paraît effectivement paradoxal de se tourner, pour des questions de performance, vers un langage dont on attend légitimement une dégradation de celles-ci. Par définition, un langage dynamique fait moins de choses à la compilation et plus à l'exécution (par exemple, la vérification de type). La plupart des langages dynamiques "modernes", tels Python et Ruby restent conformes à cette préconception. Common Lisp a cependant la particularité méconnue de permettre un typage statique des variables, en lieu et place du typage dynamique traditionnel des objets. Un compilateur proprement renseigné sur le typage d'un morceau de code (on peut à loisir mélanger les typages statiques et dynamiques) est alors libre d'effectuer toutes les optimisations souhaitées, voire même de produire un exécutable faiblement typé comme celui produit par un compilateur C.

L'un des axes de ce travail de recherche consiste donc à comparer les performances obtenues par certains compilateurs Common Lisp avec celles de programmes équivalents écrits en C ou C++. Ce travail implique un ensemble conséquent de mesures de performances sur des micro-benchmarks destinées à évaluer le coût de certaines opérations élémentaires (arithmétique, instanciation d'objets, accès à leurs membres, dispatch dynamique etc.). Deux publications on déjà été produites sur le sujet [81, 83], démontrant effectivement les résultats escomptés.

Généricité

Une fois évacuée la question des performances, reste à démontrer l'intérêt d'un langage dynamique pour la généricité. Le fondement de cette démarche réside dans un fait qui cette fois est unanimement reconnu : les langages dynamiques sont plus expressifs. En s'affranchissant notamment du typage statique et, par voie de conséquence, en élargissant le champ d'application du polymorphisme, les langages dynamiques offrent des paradigmes qui sont impossibles ou bien plus difficiles à obtenir dans les langages statiques. Ceci est par exemple démontré clairement dans [82] et [84]. Pour ne prendre que l'exemple du paradigme de programmation orientée-objet, Common Lisp va plus loin que les autres langages (statiques ou dynamiques) en basant sa couche objet sur un protocole dit "Méta-Objet" : une architecture réflexive qui implémente la couche objet en elle-même, permettant également de la modifier ou de l'étendre. Ainsi, loin de l'approche objet classique des langages

usuels, l'expressivité orienté-objet de Common Lisp inclut nativement les multiméthodes, permet l'utilisation traditionnelle de classes ou le modèle basé sur la notion de prototype, l'approche orienté-contexte etc.

Le deuxième axe de recherche dans ce travail consiste donc en l'étude de tous ces nouveaux paradigmes de programmation sous l'angle de ce qu'ils apportent à la notion de généricité. Pour cela, l'approche choisie est de "cloner" l'un des plus anciens projets du laboratoire (Olena) et d'exprimer les mêmes problématiques selon un axe de généricité dynamique. À terme, nous espérons obtenir une idée plus nette de ce qu'apportent ces paradigmes, mais également de leur complémentarité.

Finalement, l'étape à plus long terme sera de réconcilier ces aspects de généricité dynamique avec les performances d'un code dédié. Cette étape devrait elle aussi être rendue notablement plus aisée que la manipulation de templates C++ de par la réflexivité structurelle de Lisp (le code et les données sont représentées de la même manière). Le système de "macros" de Common Lisp est unique en ceci qu'il permet d'exécuter n'importe quelle fonction écrite en Lisp lui-même au moment de la compilation, ces fonctions ayant ellesmêmes accès au code à compiler. Ceci permet en particulier d'aller jusqu'à la ré-écriture au vol et la compilation just in time à peu de frais.

3 Bilan de l'activité du LRDE

Comme pour tout laboratoire de recherche, l'activité se mesure au nombre et à la qualité des publications. Elle se mesure aussi aux projets menés et aux collaborations avec nos pairs. Enfin pour le LRDE, elle se mesure aussi à l'avancée des bibliothèques de recherche développées au sein du laboratoire.

Année	Publications		Projets		Bibliothèques			
		conférence		(académique		version au 31/12		
	revue	int.	nat.	/ indus	striel)	Olena	Spot	Vcsn
2015	2	18	1	2	1		1.99.6	2.1
2014	4	15	1	3	0	2.1	1.2.6	2.0
2013	2	13	0	3	1		1.2.1	
2012	2	7	0	3	2		1.0.0	1.4.1
2011	1	8	1	3	2	2.0	0.8.1	1.4

Tab. 5 : Synthèse en chiffre des activités de recherche du LRDE

À cette liste s'ajoute un chapitre de livre en 2012. La liste complète des publications est présentée dans l'annexe B.

3.1 Les projets de recherche

Le LRDE participe à des projets de recherche académiques, ANR, projet européen, ainsi qu'industriels en partie, FUI, grand emprunt, ou intégralement industriel et payés par ces

derniers. Ces derniers types de projet ne sont pas détaillés dans ce rapport pour des raisons de confidentialité.

3.1.1 LINX - FUI - 2012-2016

https://www.lrde.epita.fr/wiki/LINX/fr/ L'objectif de ce projet est de concevoir un prototype de lecteur automatique de texte pour aider les personnes malvoyantes dans leur quotidien. Ce lecteur doit fonctionner sur téléphone portable. Le LRDE est initiateur de ce projet.

Les partenaires de ce projet étaient en dehors du LRDE :

- Openwide
- ITESoft
- CMM
- A+B
- BrailleNet

Le LRDE a apporté sa contribution dans le traitement d'images pour la détection et l'extraction automatique de texte dans les images. De même, le LRDE a porté ses algorithmes sur plate-forme mobile. Enfin, le LRDE a aussi travaillé sur l'évaluation des algorithmes de détection de texte.



Fig. 4 : Détection de texte dans une image.

Ce projet a contribué à l'élaboration des publications suivantes avec des membres du LRDE : $[21,\,20,\,19]$

3.1.2 TerraRush – Investissement d'avenir - Grand Emprunt – 2013-2015

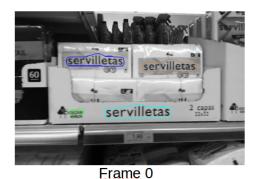
https://www.lrde.epita.fr/wiki/TerraRush

L'objectif de ce projet est de valoriser les rushes de montage en facilitant notamment l'indexation et la manipulation des séquences.

Les partenaires de ce projet étaient en dehors du LRDE :

- Capital Vision
- ETIS
- Resonate MP4
- Kernix

Le LRDE a apporté sa contribution dans le traitement d'images pour la détection automatique de texte dans les vidéos et l'effacement de sous-titres.





Frame 13

Fig. 5 : Exemple de suivi de texte dans une vidéo

Ce projet a contribué à l'élaboration des publications suivantes avec des membres du LRDE : [76, 40]

3.1.3 OpenSE – projet européen – 2009-2012

Le projet OpenSE avait pour but la mise en place d'infrastructures permettant l'enseignement, et donc l'apprentissage, de l'informatique à travers les logiciels libres et l'esprit du libre dans sa notion de partage. Il s'agissait de rassembler des étudiants de divers horizons pour qu'ils bâtissent sur ce qu'ont fait leurs prédécesseurs plutôt que de recommencer sans cesse les mêmes exercices. Outre l'aspect interactif entre les promotions, cela permet d'enrichir la base de connaissances et les documents pédagogiques en collant aux besoins des étudiants.

Les partenaires de ce projet étaient en dehors du LRDE :

- l'Université Aristote de Thessalonique (Grèce)
- l'Université Ouverte (Royaume-Uni)
- l'Université Rey Juan Carlos (Espagne)
- l'Université Technologique de Tampere (Finlande)

- l'Université d'Oxford (Royaume-Uni)
- la Sociedada Portuguesa de Inovação (Portugal)
- le Free Knowledge Institute (Pays-Bas)
- UNU-MERIT de l'Université de Maastricht (Pays-Bas)

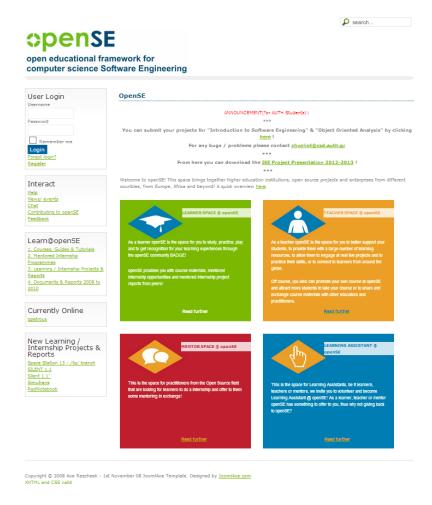


Fig. 6 : Interface web du projet OpenSE

Le LRDE a apporté son expérience de l'enseignement des logiciels libres et des projets collaboratifs que ce soit en présentiel comme cela est largement pratiqué à l'EPITA ou que ce soit à distance comme cela a été fait à l'École Ouverte Francophone, projet co-financé par l'EPITA.

Une présentation du projet a été faite par le LRDE lors de la conférence fOSSa 2011 à Lyon.

3.1.4 ANR Vaucanson 2 (2011-2014)

En 2010, dans le cadre du programme "blanc international", le projet Vaucanson a bénéficié d'un financement par l'ANR pour sa réécriture complète, sous le titre "Vaucanson 2: une plateforme de manipulation d'automates finis".

Ce projet ANR comprenait les partenaires suivants :

- le LRDE/EPITA
- l'université Paris-Est Marne la Vallée
- le CNRS, délégation Ile de France
- la National Taiwan University

Ce projet ANR a été conclu avec succès avec la publication en 2014 de Vaucanson 2.0, dont l'architecture a fait l'objet de deux publications [39, 38].

3.2 Les bibliothèques du LRDE

Le LRDE a trois projets phares, trois bibliothèques génériques et performantes écrites en C++, toutes sous licence libre⁴. Ces bibliothèques font partie intégrante de notre recherche et peuvent être utilisées dans la réalisation de projets et de prestations. Actuellement seule Olena, la bibliothèque la plus ancienne du laboratoire et la plus avancée, est utilisée dans le cadre de projets et a permis d'obtenir des contrats industriels.

Ouvrir une bibliothèque au public a un coût réel et demande la mise en place d'outils de développement logiciel pas encore si courant dans les laboratoires académiques, aussi nous parlerons de ce travail dans la section 3.2.4.

3.2.1 Olena — http://olena.lrde.epita.fr/

Olena est une plate-forme de traitement d'images générique et performante. Le but de cette bibliothèque est de permettre une écriture unique d'algorithmes sachant que les entrées de ces algorithmes peuvent être de différente nature. Ainsi les entrées possibles sont des images 1D (signaux), 2D (images classiques), 3D (volumes), ou des graphes et leurs généralisations (complexes cellulaires). De plus, les valeurs stockées dans ces images sont de types variés : booléens pour les images binaires, des niveaux de gris avec différents encodages, des flottants ou autres. La force d'Olena est de préserver la nature abstraite des algorithmes sans pour autant devoir sacrifier les performances.

⁴Nos bibliothèques, qui du point de vue de l'édition de lien n'en sont pas, sont sous la licence GNU GPL v2. Ayant le copyright nous pouvons changer cette licence voire définir une double licence pour des collaborations industrielles par exemple. Quoi qu'il en soit nous n'envisageons pas de ne pas distribuer librement ces bibliothèques, cela irait à l'encontre de la recherche reproductible que nous défendons.

La seconde version majeure d'Olena, la 2.0, est sortie en 2011. Une version mineure, la 2.1, sortie en 2014, a eu pour objectif de suivre l'évolution de la norme du langage C++ et des compilateurs C++. Olena a été utilisée dans tous les projets de traitement d'images du laboratoire.

La liste des publications, y compris des rapports internes, concernant le projet Olena est disponible sur http://olena.lrde.epita.fr/Publications.

3.2.2 Vcsn — http://vcsn.lrde.epita.fr/

Vcsn est une plateforme pour la manipulation des automates finis et expressions rationnelles pondérés. Elle vise principalement trois types d'utilisation :

enseignement la plateforme doit être conforme aux enseignements de théorie des langages de façon à pouvoir servir de support pour des séances de TPs, ou plus généralement, pour une expérimentation par des élèves. Pour ce faire, l'interface doit être conviviale.

recherche la plateforme doit permettre l'expérimentation et la mise au point de nouveaux algorithmes. À cette fin, il faut être fidèle à la théorie mathématique des séries rationnelles dans toute sa généralité/généricité.

linguistique la plateforme doit être performante, de façon à pouvoir être utilisée sur des cas concrets, comme la linguistique, où les automates ont des millions d'états.

C'est une combinaison originale de C++ et de Python qui nous permet de tendre simultanément vers ses trois objectifs. On peut décomposer Vcsn en plusieurs modules :

- Une bibliothèque C++ générique (au sens template du terme) dans laquelle sont définis
 - des types d'ensembles d'étiquettes (monoïdes)
 - des types d'ensembles de poids (semi-anneaux)
 - différents types d'automates
 - différents types d'expressions rationnelles
 - différents algorithmes qui les manipulent

Cette bibliothèque est développée selon un paradigme de programmation générique permettant

- 1. d'écrire les algorithmes une seule fois, indépendemment de la structure de données utilisée pour représenter les automates ou les expressions rationnelles, et indépendemment du monoïde et du semi-anneau utilisé par cet objet.
- 2. de ne pas payer le prix de cette abstraction pour être (en théorie) aussi rapide à l'exécution qu'un algorithme qui aurait été conçu spécifiquement pour un type de données particulier.

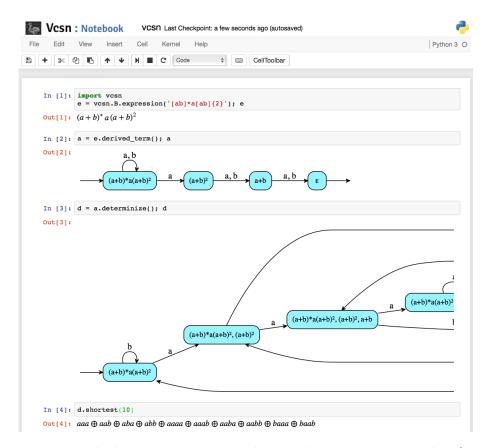


Fig. 7: Un exemple de session interactive de Vcsn dans un carnet IPython/Jupyter.

- Une bibliothèque C++ dynamique qui prend en charge la gestion des types concrets. En offrant par exemple à l'utilisateur un unique type dyn ::automaton, elle cache à l'utilisateur le fait qu'il existe de nombreuses implémentations différentes des automates et que chacune nécessite l'appel de routines qui leur sont propres (un peu comme le fait usuellement la programmation orientée objet).
- Un module Python construit au-dessus de la couche précédente, qui offre une interface idiomatique à la manipulation des valeurs de Vcsn (étiquettes, poids, expressions rationnelles, automates, polynômes, développements, etc.).
- Une interface IPython offrant un environnement graphique convivial pour la manipulation des automates (voir la figure 7).
- Une interface en ligne de commande, bien que peu maintenue car d'utilité limitée comparée à l'approche Python, est également offerte.

La liste des publications, y compris des rapports internes, concernant le projet Vcsn est disponible sur http://vcsn.lrde.epita.fr/Publications.

3.2.3 Spot — http://spot.lrde.epita.fr/

Spot est une bibliothèque de *model checking*: elle offre des algorithmes utiles à la construction d'un *model checker* travaillant suivant une approche par automate. Écrite en C++, elle expose aussi ses fonctionnalités en Python, ainsi que sous la forme de commandes en ligne. La figure 8 montre deux exemples d'utilisation interactive de Spot, tirés du cours d'initiation au *model checking* donné à l'Épita.

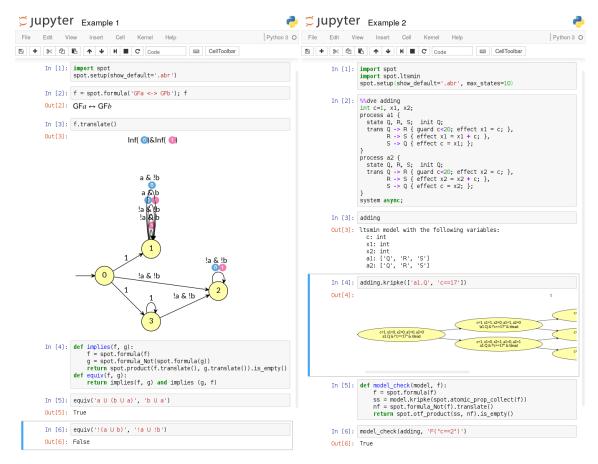


Fig. 8 : Deux exemples montrant l'utilisation des bindings Python de Spot dans le notebook Jupyter.

Par rapport aux autres outils, nous nous distinguons par l'utilisation d'automates avec conditions d'acceptation généralisées, et portant sur les transitions, alors que la plupart de la recherche est faite sur des automates de Büchi avec conditions d'acceptation sur les états. Les deux formalismes sont aussi expressifs, mais le premier est beaucoup plus concis et permet de réaliser les opérations de base de l'approche automate de façon plus efficace :

- la traduction donne des automates plus compacts, donc le produit est (généralement) aussi plus petit
- l'utilisation de condition d'acceptation généralisées, permet notamment de représenter très facilement des hypothèses d'équité

• la recherche de circuit acceptant dans un automate de Büchi généralisé peut se faire aussi rapidement que dans un automate de Büchi (le travail sur les autres conditions d'acceptation reste à faire)

Spot est déjà connue dans le petit monde du model checking. Les cas d'utilisation suivants ont généré des publications citant Spot :

- Tauriainen (Finlande) a utilisé Spot pour tester plusieurs variantes d'un emptinesscheck qu'il a développé; son directeur de thèse Heljenko, l'utilise toujours pour de la traduction.
- Sebastiani (Italie) l'a utilisée pour traduire des formules LTL.
- Li et al. (Chine) l'ont utilisée pour tester des variantes d'emptiness check.
- Vardi, Rozier, et Tabakov (USA) utilisent Spot pour traduire des formules LTL, et d'une certaine façon en font une promotion plus efficace que nous.
- Staats et al. (USA) ont intégré Spot dans un outil de vérification de code généré, son rôle étant là encore celui de traducteur de propriété.
- Ehlers (Allemagne) utilise aussi Spot pour de la traduction, et quelques échanges ont permis d'améliorer le résultat de Spot sur certaines formules.
- Cichoń (Pologne) compare Spot et LTL2BA sur 5 classes de formules LTL.
- Babiak et al. (République Tchèque) ont un outil de traduction de formules LTL en automates de Büchi appelé 1t13ba, qui est un concurrent de Spot auquel ils se comparent régulièrement (nous produisons des automates plus petits, mais ça nous prend plus de temps).
- Blahoudek et al. (République Tchèque) ont un outil de traduction de formules LTL en automates de Rabin déterministe appelé ltl3dra. Ils utilisent les outils fournis par Spot afin de vérifier le leur.
- Kretinsky et al. (Allemagne), auteurs de rabinizer3, un traducteur de formula LTL en automates de Rabin généralisés, font de même.
- Hahn et al. (Chine) ont créé un model checker probabiliste qui s'appuie sur Spot pour la génération des automates.
- Bauch et al. (République Tchèque) utilisent Spot pour la génération d'automate dans leur model checker.

• ...

Ces utilisations internationales sont appréciables, mais utilisent pour la plupart Spot uniquement comme un traducteur de formule LTL en automate de Büchi classique, c'est-à-dire sans chercher à utiliser les automates généralisés et les algorithmes associés, ce qui est le point fort de Spot. Une tendance un peu plus récente est l'utilisation de l'outil ltlcross de Spot qui sert à vérifier et comparer les automates produits par les outils traduisant des formules LTL. Comme ltlcross est maintenant capable de traiter n'importe quelle condition d'acceptation, il peut comparer des outils produisant différents types d'automate.

La liste des publications, y compris des rapports internes, concernant le projet Spot est disponible sur https://www.lrde.epita.fr/Spot/Publications.

Note historique : Spot a été débutée par Alexandre Duret-Lutz pendant sa thèse au LIP6. Elle est aujourd'hui développée par le LRDE, mais nous collaborons toujours avec le LIP6.

3.2.4 Outils de développement logiciel

Le développement de bibliothèques libres de taille importante demande d'avoir des mécanismes de développement et de test qui garantissent leur bon fonctionnement dans l'environnement de leurs utilisateurs. Le LRDE a pour cela mis en place des mécanismes qui simplifient la vie des chercheurs qui travaillent sur ces bibliothèques tout en facilitant celle de leurs utilisateurs. Ainsi on peut citer :

- les gestionnaires de version pour travailler de façon collaborative,
- les *build farms* qui permettent de vérifier à l'aide de batteries de tests qu'une modification du code n'a pas d'impacts cachés quelque soit l'environnement utilisé,
- la virtualisation qui permet à un utilisateur de tester une bibliothèque sur sa machine sans rien modifier localement,

Le gain que nous procurent ces outils est assez significatif pour que nous désirions ici inciter nos collègues qui ne les utilisent pas encore à franchir le pas.

Gestionnaire de version L'écriture de code mène rapidement aux problèmes suivants :

- comment travailler à plusieurs sur le même code?
- pourquoi telle partie du code a été écrite ainsi, qui l'a faite?
- comment tester une idée sans tout casser et comment revenir en arrière si besoin?
- comment revenir en arrière à telle date ou juste avant telle modification?
- comment automatiser des tâches répétitives?

Ces questions sont des grands classiques des développeurs de grands projets. Leurs réponses tiennent en un (long) mot : gestionnaire de version (version control). Au LRDE nous utilisons git qui fait partie de la dernière génération de gestionnaires de version.

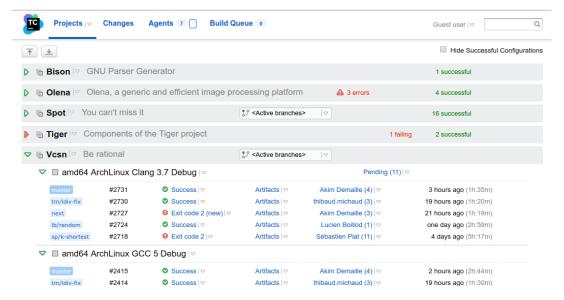


Fig. 9 : La build farm du LRDE avec le projet Vcsn

Un outil comme git est une aide indispensable et faire sans est possible, tout comme il aurait été possible d'écrire ce rapport avec une machine à écrire. Non seulement ce rapport a été écrit avec un ordinateur mais aussi en utilisant massivement git pour fusionner les apports des différents membres du laboratoire.

Le coût d'apprentissage d'un gestionnaire de version est réel mais très largement rentable. Il existe une multitude de tutoriaux sur ces outils.

Build-farm Une build-farm couplée à un système de gestion de version permet de vérifier en quasi temps réel qu'une modification du code ne casse rien. Pour cela git notifie la build-farm à chaque modification afin que cette dernière relance la compilation mais aussi tous les tests sur l'ensemble des systèmes d'exploitation que supporte le projet. Une page web permet de voir les résultats de l'ensemble des tests comme le montre la figure 9. Notons la présence de différentes branches testées, master, tm/ldiv-fix, next... et de différents compilateurs.

L'installation d'une telle infrastructure est un travail d'administrateur système relativement lourd qui doit prendre en compte tous les cas particuliers. Au LRDE nous utilisons le logiciel TeamCity qui est gratuit pour les projets libres.

Les machines virtuelles L'usage des machines virtuelles dans le cadre de la recherche reproductible est une innovation de ces dernières années qui offre un service très appréciable aux chercheurs. En effet les machines virtuelles permettent d'avoir sur son ordinateur une copie conforme de l'ordinateur de l'auteur d'un article avec ses données et ses logiciels. Il devient ainsi très simple d'analyser en profondeur les résultats publiés et de tester d'autres configurations.

Ainsi des membres du LRDE ont déjà construit des conteneurs **Docker** associés à des articles en les indiquant dans les articles afin que le lecteur puisse avoir tout ce qui est décrit dans l'article sur sa machine sans devoir installer la bibliothèque concernée et toutes les dépendances liées.

Le travail de création d'un conteneur ou d'une machine virtuelle consiste essentiellement à construire une machine à partir de zéro. On installe dans un conteneur vierge le système d'exploitation, ses outils et leurs dépendances et les données. Dans le cas de Docker ce travail peut être fait de façon interactive avec une sauvegarde du résultat ou à travers un fichier de configuration qui liste les éléments à installer.

3.3 Participations aux comités de conférences et revues

Des membres du laboratoire sont impliqués dans l'organisation de conférences scientifiques et de revues. Les tableaux 6 et 7 présentent leur participation.

Revue			
Computer Vision and Image Understanding (CVIU)	TG		
IET Image Processing (IET-IPR)	TG		
Journal of Mathematical Imaging and Vision (JMIV)	TG		
ACM Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)	TG		
IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (PAMI)	TG		
Pattern Recognition Letters (PRL)	TG		
IEEE Transactions on Image Processing (TIP)	TG		
Information Fusion (Elsevier)			
The Journal of Signal Processing Systems (Springer)			
IEEE Signal Processing Letters			
Speech Communication (Elsevier)			
Applied Computing and Informatics (ACI)			
International Journal on Document Analysis and Recognition (IJDAR)			
Pattern Recognition (PR)			
Journal of Logic and Computation			
Science China	ADL		
Formal Aspects of Computing	ADL		

Table 6 : Participation à la relecture d'articles de revues

Thème	Conférence	Années	Charge (\star)
Lisp	International Lisp Conference (ILC)	2012/14	DV (Pg, Re, Ch 2014)
	Dynamic Languages Symposium (DLS / SPLASH)	2011/13/15	DV (Pg,Re)
	Symposium on Applied Computing (ACM SAC)	2012/13/	DV (Pg,Re)
	European Lisp Symposium (ELS)	2011-15	DV (Org,Pg,Re,Ch 2011)
	Context Oriented Programming Workshop (COP / ECOOP)	2013/15	DV (Pg,Re)
	Dynamic Languages and Applications Workshop (DyLa / PLDI)	2013/14	DV (Pg,Re)
Model checking	Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Sys- tems (TACAS)	2012	ADL (Re)
	Foundations of Software Science and Computation Structures (FoSSaCS)	2013	ADL (Re)
	Computer Aided Verification (CAV)	2014	ADL (Re)
	NASA Formal Methods Symposium (NFM)	2014	ADL (Pg,Re), ER (Re)
	Symposium on Model Checking Software (SPIN)	2015	ADL (Pg,Re)
	ACM Symposium on Applied Computing (SAC)	2015	ER (Re)
Signal / Image	International Conference on Image and Signal Processing (ICISP)	2014	TG (Pg,Re)
	International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM)	2011/13/15	TG (Pg, Re, Ch 2015), YX (Re 2105)
	International Conference on Document Analysis and Recognition (IC-DAR)	2013/15	JF (Re)
	IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)	2015	TG (Ch)
Signal	IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT)	2011	RD (Re)
	IEEE International Conference on Information Sciences, Signal Proces- sing and their Applications (ISSPA)	2012	RD (Re)
	International Conference on Information and Communication Systems (ICICS)	2014	RD (Re)

 (\star) Org : comité d'organisation, Pg : comité de programme, Re : relecteur, Ch : chairman

Tab. 7 : Participation à l'organisation de conférences

4 Perspectives

Le LRDE est un laboratoire académique au sein d'une école privée ce qui lui offre la réactivité d'un organisme privé tout en ayant en interne une réelle autonomie. En même temps il s'agit d'un petit laboratoire avec les risques d'isolement associés.

Si l'accroissement des effectifs permanents est limité par les capacités financières de l'école, il existe heureusement des possibilités de financement extérieur. Le montage de projets subventionnés en est une que nous avons déjà pratiquée et que nous désirons poursuivre. Le partenariat de recherche avec des industriels constitue une autre voie qui peut s'avérer plus intéressante que les projets subventionné étant donné la plus grande implication des industriels. Enfin notre intégration dans l'école doctorale EDITE et le fait d'avoir une première HDR est aussi un point important qui nous permet de monter des thèses CIFRE en tant que laboratoire d'accueil.

L'intégration d'un plus grand nombre de thésards au sein du LRDE est en effet la priorité des prochaines années. Ils doivent nous permettre d'augmenter significativement notre force de recherche dans nos thématiques principales.

La recherche au LRDE dans les années futures se décline en deux axes : le développement de nos points forts dans les domaines où nous sommes reconnus et l'ouverture de nouveaux champs connexes. Brièvement, ces points forts sont la dématérialisation de documents, la reconnaissance du locuteur, et la traduction par Spot des formules LTL en automates de Büchi, la programmation générique statique. Les nouveautés que l'on désire aborder sont la transition discret / continu dans le traitement d'images, initiée dans [70], la combinaison des réseaux neuronaux profonds à nos méthodes pour la reconnaissance des formes dans son ensemble, la reconnaissance du langage dans le projet Vcsn et la lutte contre la lenteur du model checking en général.

Les sections suivantes précisent ces points.

4.1 Reconnaissance des formes

La reconnaissance des formes est l'axe majeur du LRDE. Elle comprend le traitement d'images et du son à des niveaux d'analyse différents. Outre les recherches spécifiques précisées dans les sections suivantes, un travail de fusion de ces compétences est prévu tant pour traiter de nouveaux domaines comme la vidéo que pour avoir une analyse plus étendue dans tous les domaines.

4.1.1 Traitement d'images

Les travaux menés entre 2011 et 2015 ont ouvert la voie à plusieurs pistes de recherche.

La première est liée au lien qui existe entre les images bien-composées et la représentation morphologique d'arbre des formes. Les transformations de cette dernière structure, pour qu'elles aient un sens mathématique, sont limitées, et ces contraintes doivent pouvoir s'interpréter d'un point de vue topologique dans le cadre des images bien-composées. Cela devrait nous permettre de mettre en évidence des transformations d'images qui préservent la propriété de bien-composé (cette propriété, "fragile", est en effet généralement perdue lorsqu'on effectue des traitements sur les images). De telles transformations auraient alors des propriétés topologiques très fortes.

Une deuxième piste de recherche concerne l'arbre des formes d'images multivariées. D'une part, nous pouvons appliquer toutes les méthodes définies sur cet arbre (filtrage, segmentation, reconnaissance) à des images multivariées existantes. Cela inclut des images satellitaires multi-spectrales ou hyper-spectrales, des images médicales acquises avec plusieurs modalités (PET + CT par exemple), et bien sûr aux images en couleurs. Cet axe applicatif aurait pour but de valoriser nos résultats antérieurs. D'autre part, nous pouvons imaginer créer de nouvelles données multivariées à partir de données scalaires, par exemple en créant un vecteur de résidus de filtrage par pixel.

En terme d'applications, nous comptons mettre l'accent sur des problématiques liées à l'extraction de texte dans les images naturelles et à la dématérialisation d'images de documents. En particulier, à l'intersection de ces deux sujets, nous avons déjà montré que les opérateurs morphologiques connexes sont intéressants à exploiter mais un véritable enjeu demeure : l'implantation de ces méthodes sur des terminaux mobiles (téléphones, tablettes) sachant les contraintes de mémoire, de puissance et de temps de calcul de ces terminaux. Il est aussi nécessaire de mesurer l'apport des réseaux neuronaux profonds dans le cas de l'extraction automatique de textes.

4.1.2 Reconnaissance du locuteur

Avec l'arrivée des méthodes de réseaux de neurones profonds (DNN), les approches de reconnaissance des formes ont énormément évolué. Cette nouvelle vision permet d'ouvrir des champs de recherche dans le domaine de la reconnaissance du langage et du locuteur. Cette nouveauté nous pousse à développer deux axes de recherche différents :

Le premier axe s'oriente vers l'apprentissage de nouveaux types de paramètres. En exploitant le principe d'apprentissage automatique de l'extraction des paramètres des réseaux convolutifs, on peut chercher une nouvelle représentation des caractéristiques audios issue des paramètres cepstraux (MFCC) ou bien directement du signal audio. L'idéal est de trouver de nouvelles caractéristiques communes aux différents domaines de traitement de la parole.

Le deuxième axe consiste à marier les méthodes neuronales avec les approches bayésiennes qu'on maitrise et qu'on a déjà utilisées dans le passé. Ces approches ont la particularité de pouvoir quantifier les erreurs possibles et de ne pas souffrir de l'aspect boîte noire inexplicable des réseaux de neurones.

4.2 Automates et vérification

4.2.1 Automates

D'un point de vue réalisation, Vaucanson 1 nous a permis de comprendre un certain nombre d'erreurs de conception, corrigées dans Vcsn. Cependant, avec le recul, Vcsn est peut-être trop riche, et nous envisageons certaines simplifications.

Pour le support des grands automates, nous avons à présent des performances comparables à celles de notre principal compétiteur, OpenFST. Mais nous avons à fournir un gros effort de communication pour percer dans le domaine de la linguistique, où il excelle. Ceci passera par des partenariats de recherche applicative dans le domaine de la linguistique informatique. Par ailleurs, à notre connaissance, les processeurs multicœurs ne sont pas correctement exploités dans le domaine des automates, ce qui nous ouvre la voie sur de nouvelles recherches.

Une caractéristique spécifique à Vcsn est son excellent support des expressions rationnelles. Nous comptons préserver cette richesse en les enrichissant de nouveaux opérateurs.

4.2.2 Model checking

Les pistes de recherches de l'équipe model checking ont quasiment été tracées par la publication de l'article $The\ Hanoi\ Omega-Automata\ Format\$ à CAV'15 [4]. Ce format de fichier impose une vision des ω -automates dans laquelle la condition d'acceptation est une formule qui peut être arbitrairement complexe. Cette vision est motivée par des travaux récents qui montrent l'intérêt, dans le cadre du model checking probabiliste, d'utiliser des conditions d'acceptation différentes des conditions classiques de la littérature telles que Büchi, Rabin, ou Streett. Cette vision des ω -automates avec condition d'acceptation généralisée permet d'imaginer une théorie des ω -automates plus unifiée. Elle fait que chaque fois que nous abordons un algorithme de la littérature, nous nous demandons dans quelle mesure il est généralisable à des conditions d'acceptation quelconques. Certains algorithmes, comme par exemple le produit et l'union d'automates, ou encore la complémentation d'automates déterministes, sont assez triviaux à généraliser (et déjà implémentés). D'autres le sont beaucoup moins. Nous listons ci-dessous trois pistes que nous souhaitons poursuivre en particulier, et qui intéressent aussi nos collègues de Brno et Dresden (co-auteurs de l'article sus-cité).

• Développer des tests de vacuités pour les automates à condition d'acceptation générique. Pour l'instant il existe de nombreux tests de vacuité pour les automates de Büchi ou les automates de Büchi généralisés, quelques tests pour Streett ou Rabin. Nous souhaitons développer un test de vacuité efficace qui fonctionne pour une condition d'acceptation générique.

Un tel test est important pour la construction de model checkers s'appuyant sur des ω -automates à condition d'acceptation générique, mais c'est aussi, et surtout, c'est une brique de base indispensable dans ce qu'on pourrait présenter comme une théorie des ω -automates généralisés.

- Développer des algorithmes de simplification d' ω -automates avec conditions d'acceptation arbitraires. On sait qu'en model checking probabiliste, on a intérêt à utiliser un automate le plus petit possible, quitte à avoir une condition d'acceptation très compliquée.
 - Il existe bien (et Spot implémente) de nombreux algorithmes de simplification pour les automates de Büchi, ou leur variantes. Mais les simplifications pour les automates de Rabin, Streett, ou (pire) les combinaisons booléennes des ces conditions, sont rares ou inexistantes.
- Étudier la possibilité d'une déterminisation d'ω-automates qui bénéficierait des conditions d'acceptation génériques. L'algorithme de Safra, peut être utilisé pour transformer un automate de Büchi non-déterministe en un automate de Rabin non-déterministe. La construction est explosive (2^{O(n log n)}). Sans changer la complexité, on sait qu'utiliser les automates étiquetés sur les transitions permet de simplifier la construction et de produire des automates plus petits. Il existe aussi des variantes qui produisent des automates à parité, parfois plus compacts que Rabin. On soupçonne qu'en s'autorisant une condition d'acceptation quelconque, on devrait pouvoir produire des automates déterministes plus petits.

Par ailleurs dans le but de fournir un model checker complet, nous comptons aussi poursuivre notre exploration de la parallélisation des emptiness checks (travail commencé par Étienne Renault dans sa thèse [71]) ainsi que l'intégration des techniques d'ordre partiel. Ces dernières consistent à ignorer certains scénarios redondants de façon à restreindre drastiquement la taille de l'espace d'état que doit visiter un model checker.

A Le Conseil Scientifique de l'EPITA

Les travaux du LRDE sont présentés deux fois par an au Conseil Scientifique de l'EPITA. Ce conseil est composé de :

- Christophe Berger (Ministère de la Défense) Représentant des Anciens étudiants EPITA
- Isabelle Bloch (Telecom ParisTech)
- François Rieul (Safran-Morpho)
- Stéfane Fermigier (Abilian)
- Philippe Jacquet (INRIA)
- Fabrice Kordon (LIP6, Université Paris VI)
- Jean-Francois Perrot (LIP6, Université Paris VI) Vice-Président du CS
- Yves Ruggeri (France Telecom)
- Jean-Luc Stehlé (Jean Luc Stehlé Conseil SARL) Président du CS
- Pierre-Louis Xech (Microsoft)

B Publications du LRDE

La liste des publications du LRDE et certaines publications sont disponibles depuis la création du LRDE sur son site web, http://publis.lrde.epita.fr. Elles sont présentées ici sur les cinq dernières années en séparant les chapitres de livre, les articles de revue, les articles de conférences internationales et les articles de conférences nationales.

Manuscrits de thèses / HDR

2011

• Roland Levillain. Towards a Software Architecture for Generic Image Processing. PhD thesis, Université Paris-Est, Marne-la-Vallée, France, November 2011

2013

• Yongchao Xu. Tree-based shape spaces : Definition and applications in image processing and computer vision. PhD thesis, Université Paris-Est, Marne-la-Vallée, France, December 2013

2012

• Thierry Géraud. Outil logiciel pour le traitement d'images : Bibliothèque, paradigmes, types et algorithmes. Habilitation report, Université Paris-Est, June 2012. In French

2014

- Ala Eddine BEN SALEM. *Improving the Model Checking of Stutter-Invariant LTL Properties*. PhD thesis, Université Pierre et Marie Curie Paris VI, Paris, France, September 2014
- Etienne Renault. Contribution aux tests de vacuité pour le model checking explicite. PhD thesis, Université Pierre et Marie Curie Paris VI, Paris, France, December 2014

- Stefania Calarasanu. Improvement of a text detection chain and the proposition of a new evaluation protocol for text detection algorithms. PhD thesis, Université Pierre et Marie Curie Paris 6, Paris, France, December 2015
- Edwin Carlinet. A Tree of Shapes for Multivariate Images. PhD thesis, Université Paris Est, Paris, France, November 2015

Chapitre de livres

2012

• Didier Verna. Extensible languages: blurring the distinction between DSLs and GPLs. In Marjan Mernik, editor, Formal and Practical Aspects of Domain-Specific Languages: Recent Developments, chapter 1. IGI Global, September 2012

Articles de revue

2011

• Najim Dehak, P. Kenny, Réda Dehak, P. Dumouchel, and P. Ouellet. Front-End Factor Analysis For Speaker Verification. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 13(4):788–798, May 2011

2012

- Ala Eddine Ben Salem, Alexandre Duret-Lutz, and Fabrice Kordon. Model checking using generalized testing automata. *Transactions on Petri Nets and Other Models of Concurrency (ToPNoC VI)*, 7400:94–112, 2012
- Jonathan Fabrizio, Séverine Dubuisson, and Dominique Béréziat. Motion compensation based on tangent distance prediction for video compression. *Signal Processing:* Image Communication, 27(2):113–208, February 2012

2013

- Jonathan Fabrizio, Beatriz Marcotegui, and Matthieu Cord. Text detection in street level image. *Pattern Analysis and Applications*, 16(4):519–533, November 2013
- S. Shum, Najim Dehak, Réda Dehak, and J. Glass. Unsupervised methods for speaker diarization: An integrated and iterative approach. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 21(10):2015–2028, October 2013

- Edwin Carlinet and Thierry Géraud. A comparative review of component tree computation algorithms. *IEEE Transactions on Image Processing*, 23(9):3885–3895, September 2014
- Alexandre Duret-Lutz. LTL translation improvements in Spot 1.0. *International Journal on Critical Computer-Based Systems*, 5(1/2):31–54, March 2014

- Guillaume Lazzara and Thierry Géraud. Efficient multiscale Sauvola's binarization.
 International Journal of Document Analysis and Recognition (IJDAR), 17(2):105–123, June 2014
- Yongchao Xu, Thierry Géraud, Pascal Monasse, and Laurent Najman. Tree-based morse regions: A topological approach to local feature detection. *IEEE Transactions on Image Processing*, 23(12):5612–5625, December 2014

- Edwin Carlinet and Thierry Géraud. MToS: A tree of shapes for multivariate images. IEEE Transactions on Image Processing, 24(12):5330–5342, December 2015
- Yongchao Xu, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Connected filtering on tree-based shape-spaces. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, PP(99):1–15, 2015. To appear

Conférences internationales avec comité de lecture

- Ala Eddine Ben Salem, Alexandre Duret-Lutz, and Fabrice Kordon. Generalized Büchi automata versus testing automata for model checking. In Proceedings of the second International Workshop on Scalable and Usable Model Checking for Petri Net and other models of Concurrency (SUMO'11), volume 726 of Workshop Proceedings, Newcastle, UK, June 2011. CEUR
- Najim Dehak, Z. Karam, D. Reynolds, Réda Dehak, W. Campbell, and J. Glass. A Channel-Blind System for Speaker Verification. In *International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, pages 4536–4539, Prage, Czech Republic, May 2011
- Najim Dehak, Pedro A. Torres-Carrasquillo, Douglas Reynolds, and Reda Dehak.
 Language Recognition via I-Vectors and Dimensionality Reduction. In INTER-SPEECH 2011, pages 857–860, Florence, Italy, August 2011
- Alexandre Duret-Lutz, Kais Klai, Denis Poitrenaud, and Yann Thierry-Mieg. Self-loop aggregation product a new hybrid approach to on-the-fly LTL model checking. In *Proceedings of the 9th International Symposium on Automated Technology for Verification and Analysis (ATVA'11)*, volume 6996 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 336–350, Taipei, Taiwan, October 2011. Springer
- Alexandre Duret-Lutz. LTL translation improvements in Spot. In *Proceedings of the 5th International Workshop on Verification and Evaluation of Computer and Communication Systems (VECoS'11)*, Electronic Workshops in Computing, Tunis, Tunisia, September 2011. British Computer Society

- Guillaume Lazzara, Roland Levillain, Thierry Géraud, Yann Jacquelet, Julien Marquegnies, and Arthur Crépin-Leblond. The SCRIBO module of the Olena platform: a free software framework for document image analysis. In Proceedings of the 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), pages 252–258, Beijing, China, September 2011. International Association for Pattern Recognition (IAPR)
- Roland Levillain, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Une approche générique du logiciel pour le traitement d'images préservant les performances. In *Proceedings of the 23rd Symposium on Signal and Image Processing (GRETSI)*, Bordeaux, France, September 2011. In French
- Didier Verna. Biological realms in computer science: the way you don't (want to) think about them. In *Onward!* 2011, pages 167–176, 2011
- Didier Verna. Towards LATEX coding standards. In Barbara Beeton and Karl Berry, editors, *TUGboat*, volume 32, pages 309–328, 2011

- Jonas Borgstrom, William Campbell, Najim Dehak, Réda Dehak, Daniel Garcia-Romero, Kara Greenfieldand Alan McCree, Doug Reynold, Fred Richardsony, Elliot Singery, Douglas Sturim, and Pedro Torres-Carrasquillo. MITLL 2012 speaker recognition evaluation system description. In NIST Speaker Recognition Evaluation, Orlando, December 2012
- Roland Levillain, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Writing reusable digital
 topology algorithms in a generic image processing framework. In Ullrich Köthe, Annick Montanvert, and Pierre Soille, editors, WADGMM 2010, volume 7346 of Lecture
 Notes in Computer Science, pages 140–153. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012
- M. Sennoussaoui, Najim Dehak, P. Kenny, Réda Dehak, and P. Dumouchel. First attempt at Boltzmann machines for speaker recognition. In *Odyssey Speaker and Language Recognition Workshop*, Singapore, June 2012
- Laurent Senta, Christopher Chedeau, and Didier Verna. Generic image processing with Climb. In *European Lisp Symposium*, Zadar, Croatia, May 2012
- Didier Verna. Star TEX: the next generation. In Barbara Beeton and Karl Berry, editors, *TUGboat*, volume 33, 2012
- Yongchao Xu, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Context-based energy estimator: Application to object segmentation on the tree of shapes. In *Proceedings of the 19th International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 1577–1580, Orlando, Florida, USA, October 2012. IEEE
- Yongchao Xu, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Morphological filtering in shape spaces: Applications using tree-based image representations. In *Proceedings of the 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, pages 485–488, Tsukuba Science City, Japan, November 2012. IEEE Computer Society

- Tomáš Babiak, Thomas Badie, Alexandre Duret-Lutz, Mojmír Křetínský, and Jan Strejček. Compositional approach to suspension and other improvements to LTL translation. In *Proceedings of the 20th International SPIN Symposium on Model Checking of Software (SPIN'13)*, volume 7976 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 81–98. Springer, July 2013
- Edwin Carlinet and Thierry Géraud. A comparison of many max-tree computation algorithms. In C.L. Luengo Hendriks, G. Borgefors, and R. Strand, editors, *Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing Proceedings of the 11th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM)*, volume 7883 of *Lecture Notes in Computer Science Series*, pages 73–85, Uppsala, Sweden, 2013. Springer
- Akim Demaille, Alexandre Duret-Lutz, Sylvain Lombardy, and Jacques Sakarovitch. Implementation concepts in Vaucanson 2. In Stavros Konstantinidis, editor, Proceedings of Implementation and Application of Automata, 18th International Conference (CIAA'13), volume 7982 of Lecture Notes in Computer Science, pages 122–133, Halifax, NS, Canada, July 2013. Springer
- Alexandre Duret-Lutz. Manipulating LTL formulas using Spot 1.0. In *Proceedings* of the 11th International Symposium on Automated Technology for Verification and Analysis (ATVA'13), volume 8172 of Lecture Notes in Computer Science, pages 442–445, Hanoi, Vietnam, October 2013. Springer
- Łukasz Fronc and Alexandre Duret-Lutz. LTL model checking with Neco. In Proceedings of the 11th International Symposium on Automated Technology for Verification and Analysis (ATVA'13), volume 8172 of Lecture Notes in Computer Science, pages 451–454, Hanoi, Vietnam, October 2013. Springer
- Thierry Géraud, Edwin Carlinet, Sébastien Crozet, and Laurent Najman. A quasilinear algorithm to compute the tree of shapes of n-D images. In C.L. Luengo Hendriks, G. Borgefors, and R. Strand, editors, Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing – Proceedings of the 11th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM), volume 7883 of Lecture Notes in Computer Science Series, pages 98–110, Uppsala, Sweden, 2013. Springer
- Laurent Najman and Thierry Géraud. Discrete set-valued continuity and interpolation. In C.L. Luengo Hendriks, G. Borgefors, and R. Strand, editors, *Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing Proceedings of the 11th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM)*, volume 7883 of *Lecture Notes in Computer Science Series*, pages 37–48, Uppsala, Sweden, 2013. Springer
- Etienne Renault, Alexandre Duret-Lutz, Fabrice Kordon, and Denis Poitrenaud. Three SCC-based emptiness checks for generalized Büchi automata. In Ken McMillan, Aart Middeldorp, and Andrei Voronkov, editors, Proceedings of the 19th International Conference on Logic for Programming, Artificial Intelligence, and Reasoning (LPAR'13), volume 8312 of Lecture Notes in Computer Science, pages 668–682. Springer, December 2013

- Etienne Renault, Alexandre Duret-Lutz, Fabrice Kordon, and Denis Poitrenaud. Strength-based decomposition of the property Büchi automaton for faster model checking. In Nir Piterman and Scott A. Smolka, editors, Proceedings of the 19th International Conference on Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems (TACAS'13), volume 7795 of Lecture Notes in Computer Science, pages 580–593. Springer, March 2013
- Didier Verna. The incredible tale of the author who didn't want to do the publisher's job. In Barbara Beeton and Karl Berry, editors, *TUGboat*, volume 34, 2013
- Didier Verna. TiCL: the prototype (Star TEX: the next generation, season 2). In Barbara Beeton and Karl Berry, editors, *TUGboat*, volume 34, 2013
- Yongchao Xu, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Salient level lines selection using the Mumford-Shah functional. In *Proceedings of the 20th International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 1227–1231, Melbourne, Australia, September 2013. IEEE
- Yongchao Xu, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Two applications of shape-based morphology: blood vessels segmentation and a generalization of constrained connectivity. In C.L. Luengo Hendriks, G. Borgefors, and R. Strand, editors, Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing Proceedings of the 11th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM), volume 7883 of Lecture Notes in Computer Science Series, pages 390–401, Uppsala, Sweden, 2013. Springer

- Souheib Baarir and Alexandre Duret-Lutz. Mechanizing the minimization of deterministic generalized Büchi automata. In *Proceedings of the 34th IFIP International Conference on Formal Techniques for Distributed Objects, Components and Systems (FORTE'14)*, volume 8461 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 266–283. Springer, June 2014
- Ala Eddine Ben Salem, Alexandre Duret-Lutz, Fabrice Kordon, and Yann Thierry-Mieg. Symbolic model checking of stutter invariant properties using generalized testing automata. In *Proceedings of the 20th International Conference on Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems (TACAS'14)*, volume 8413 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 440–454, Grenoble, France, April 2014. Springer
- František Blahoudek, Alexandre Duret-Lutz, Mojmír Křetínský, and Jan Strejček. Is there a best Büchi automaton for explicit model checking? In *Proceedings of the 21th International SPIN Symposium on Model Checking of Software (SPIN'14)*, pages 68–76. ACM, 2014
- Nicolas Boutry, Thierry Géraud, and Laurent Najman. On making nD images well-composed by a self-dual local interpolation. In E. Barcucci, A. Frosini, and S. Rinaldi, editors, Proceedings of the 18th International Conference on Discrete Geometry for

- Computer Imagery (DGCI), volume 8668 of Lecture Notes in Computer Science, pages 320–331, Siena, Italy, September 2014. Springer
- Edwin Carlinet and Thierry Géraud. Getting a morphological tree of shapes for multivariate images: Paths, traps and pitfalls. In *Proceedings of the 21st International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 615–619, Paris, France, 2014
- Edwin Carlinet and Thierry Géraud. A morphological tree of shapes for color images. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, pages 1133–1137, Stockholm, Sweden, August 2014
- Sébastien Crozet and Thierry Géraud. A first parallel algorithm to compute the morphological tree of shapes of nD images. In *Proceedings of the 21st International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 2933–2937, Paris, France, 2014
- Najim Dehak, O. Plchot, M.H. Bahari, L. Burget, H. Van hamme, and Réda Dehak. Gmm weights adaptation based on subspace approaches for speaker verification. In Odyssey 2014, The Speaker and Language Recognition Workshop, pages 48–53, Joensuu, Finland, June 2014
- Akim Demaille, Alexandre Duret-Lutz, Sylvain Lombardy, Luca Saiu, and Jacques Sakarovitch. A type system for weighted automata and rational expressions. In Proceedings of Implementation and Application of Automata, 19th International Conference (CIAA'14), Lecture Notes in Computer Science, Giessen, Germany, July 2014. Springer
- Jonathan Fabrizio. A precise skew estimation algorithm for document images using KNN clustering and fourier transform. In *Proceedings of the 21st International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 2585–2588, Paris, France, 2014
- Thierry Géraud. A morphological method for music score staff removal. In *Proceedings of the 21st International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 2599–2603, Paris, France, 2014
- Guillaume Lazzara, Thierry Géraud, and Roland Levillain. Planting, growing and pruning trees: Connected filters applied to document image analysis. In *Proceedings* of the 11th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS), pages 36–40, Tours, France, April 2014. IAPR
- Roland Levillain, Thierry Géraud, Laurent Najman, and Edwin Carlinet. Practical genericity: Writing image processing algorithms both reusable and efficient. In Eduardo Bayro and Edwin Hancock, editors, Progress in Pattern Recognition, Image Analysis, Computer Vision, and Applications Proceedings of the 19th Iberoamerican Congress on Pattern Recognition (CIARP), volume 8827 of Lecture Notes in Computer Science, pages 70–79, Puerto Vallarta, Mexico, November 2014. Springer-Verlag
- Nicolas Widynski, Thierry Géraud, and Damien Garcia. Speckle spot detection in ultrasound images: Application to speckle reduction and speckle tracking. In Proceedings of the IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS), pages 1734– 1737, Chicago, IL, USA, 2014

- Yongchao Xu, Edwin Carlinet, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Meaningful disjoint level lines selection. In *Proceedings of the 21st International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 2938–2942, Paris, France, 2014
- Yongchao Xu, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Espaces des formes basés sur des arbres : définition et applications en traitement d'images et vision par ordinateur. In Actes du 19ème Congrès National sur Reconnaissance des Formes et l'Intelligence Artificielle (RFIA), volume 1, Rouen, France, July 2014

- Souheib Baarir and Alexandre Duret-Lutz. SAT-based minimization of deterministic ω-automata. In Proceedings of the 20th International Conference on Logic for Programming, Artificial Intelligence, and Reasoning (LPAR'15), volume 9450 of Lecture Notes in Computer Science, pages 79–87. Springer, November 2015
- Tomáš Babiak, František Blahoudek, Alexandre Duret-Lutz, Joachim Klein, Jan Křetínský, David Müller, David Parker, and Jan Strejček. The hanoi omega-automata format. In Proceedings of the 27th International Conference on Computer Aided Verification (CAV'15), volume 9206 of Lecture Notes in Computer Science, pages 479–486. Springer, July 2015
- Ala Eddine Ben Salem and Mohamed Graiet. Combining explicit and symbolic ltl model checking using generalized testing automata. In *Proceedings of the 15th International Conference on Application of Concurrency to System Design (ACSD'15)*, Brussels, Belgium, June 2015. IEEE Computer Society. accepted
- Ala Eddine Ben Salem. Extending testing automata to all ltl. In *Proceedings of the* 35th IFIP International Conference on Formal Techniques for Distributed Objects, Components and Systems (FORTE'15), volume 9039 of Lecture Notes in Computer Science, Grenoble, France, June 2015. Springer. accepted
- Ala Eddine Ben Salem. Single-pass testing automata for ltl model checking. In Proceedings of the 9th International Conference on Language and Automata Theory and Applications (LATA'15), volume 8977 of Lecture Notes in Computer Science, pages 563–576, Nice, France, 2015. Springer
- František Blahoudek, Alexandre Duret-Lutz, Vojtčech Rujbr, and Jan Strejček. On refinement of Büchi automata for explicit model checking. In *Proceedings of the 22th International SPIN Symposium on Model Checking of Software (SPIN'15)*, volume 9232 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 66–83. Springer, August 2015
- Nicolas Boutry, Thierry Géraud, and Laurent Najman. How to make nD images well-composed without interpolation. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, Québec City, Canada, September 2015
- Nicolas Boutry, Thierry Géraud, and Laurent Najman. How to make nD functions digitally well-composed in a self-dual way. In J.A. Benediktsson, J. Chanussot, L. Najman, and H. Talbot, editors, Mathematical Morphology and Its Application

- to Signal and Image Processing Proceedings of the 12th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM), volume 9082 of Lecture Notes in Computer Science Series, pages 561–572, Reykjavik, Iceland, 2015. Springer
- Stefania Calarasanu, Jonathan Fabrizio, and Séverine Dubuisson. Using histogram representation and earth mover's distance as an evaluation tool for text detection. In *Proceedings of the 13th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*, pages 221–225, Nancy, France, August 2015
- Edwin Carlinet and Thierry Géraud. Une approche morphologique de segmentation interactive avec l'arbre des formes couleur. In *Actes du 15e Colloque GRETSI*, Lyon, France, September 2015. to appear
- Edwin Carlinet and Thierry Géraud. Morphological object picking based on the color tree of shapes. In *Proceedings of 5th International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA'15)*, pages 125–130, Orléans, France, November 2015
- Edwin Carlinet and Thierry Géraud. A color tree of shapes with illustrations on filtering, simplification, and segmentation. In J.A. Benediktsson, J. Chanussot, L. Najman, and H. Talbot, editors, Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing Proceedings of the 12th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM), volume 9082 of Lecture Notes in Computer Science Series, pages 363–374, Reykjavik, Iceland, 2015. Springer
- Séverine Dubuisson, Myriam Robert-Seidowsky, and Jonathan Fabrizio. A self-adaptive likelihood function for tracking with particle filter. In *Proceedings of the 10th International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VI-SAPP)*, pages 446–453, March 2015
- Thierry Géraud, Edwin Carlinet, and Sébastien Crozet. Self-duality and digital topology: Links between the morphological tree of shapes and well-composed gray-level images. In J.A. Benediktsson, J. Chanussot, L. Najman, and H. Talbot, editors, Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing Proceedings of the 12th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM), volume 9082 of Lecture Notes in Computer Science Series, pages 573–584, Reykjavik, Iceland, 2015. Springer
- Thibaud Michaud and Alexandre Duret-Lutz. Practical stutter-invariance checks for ω-regular languages. In Proceedings of the 22th International SPIN Symposium on Model Checking of Software (SPIN'15), volume 9232 of Lecture Notes in Computer Science, pages 84–101. Springer, August 2015
- Etienne Renault, Alexandre Duret-Lutz, Fabrice Kordon, and Denis Poitrenaud. Parallel explicit model checking for generalized Büchi automata. In Christel Baier and Cesare Tinelli, editors, Proceedings of the 19th International Conference on Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems (TACAS'15), volume 9035 of Lecture Notes in Computer Science, pages 613–627. Springer, April 2015. Accepted

- Myriam Robert-Seidowsky, Jonathan Fabrizio, and Séverine Dubuisson. TextTrail: a robust text tracking algorithm in wild environments. In *Proceedings of the 10th International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP)*, pages 268–276, March 2015
- Didier Verna and François Ripault. Context-oriented image processing. In *Context-Oriented Programming Workshop*, 2015
- Yongchao Xu, Edwin Carlinet, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Efficient computation of attributes and saliency maps on tree-based image representations. In J.A. Benediktsson, J. Chanussot, L. Najman, and H. Talbot, editors, *Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing Proceedings of the 12th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM)*, volume 9082 of *Lecture Notes in Computer Science Series*, pages 693–704, Reykjavik, Iceland, 2015. Springer

Rapports techniques

2011

Alexandre Duret-Lutz, Kais Klai, Denis Poitrenaud, and Yann Thierry-Mieg. Combining explicit and symbolic approaches for better on-the-fly LTL model checking. Technical Report 1106.5700, arXiv, June 2011. Extended version of our ATVA'11 paper, presenting two new techniques instead of one

2012

 Christopher Chedeau and Didier Verna. JSPP: Morphing C++ into JavaScript. Technical Report 201201-TR, EPITA Research and Development Laboratory, January 2012

Communications

- Alexandre Duret-Lutz. Building LTL model checkers using Transition-based Generalized Büchi Automata. Invited talk to SUMo'11, June 2011
- Olivier Ricou. The Eof and OpenSE experiments. fOSSa 2011, October 2011

- Thierry Géraud, Roland Levillain, and Guillaume Lazzara. The Milena image processing library. Communication at Centre de Mathématiques et de leurs Applications (CMLA), ENS Cachan, June 2012
- Thierry Géraud. Links between the morphological tree of shapes and well-composed gray-level images. Communication at Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur, de l'Informatique et de l'Imagerie (ICube), Université de Strasbourg, October 2012
- Thierry Géraud. Tree of shapes and well-composed images. Communication at Centre de Recherche en STIC de l'URCA (CReSTIC), Université de Reims, October 2012
- Roland Levillain and Thierry Géraud. Genericity as a solution for image processing:
 Applications to mathematical morphology and digital topology. Communication at
 Journée du Groupe de Travail de Géometrie Discrète (GT GeoDis), Lyon, June 2012
- Didier Verna. DSLs from the perspective of extensible languages. ACCU 2012, April 2012
- Didier Verna. On Lisp extensibility, and its impact on DSL design and implementation. Tutorial at ILC 2012, 2012

2013

- Thierry Géraud. A discrete, continuous, and self-dual representation of 2D images. Communication at LRDE, EPITA, February 2013
- Thierry Géraud. Self-duality and discrete topology. Communication at Journée du Groupe de Travail de Géometrie Discrète (GT GeoDis), Université Paris Diderot, June 2013
- Didier Verna. The bright side of exceptions. ACCU 2013, April 2013
- Didier Verna. Extensibility for DSL design and implementation : a case study in Lisp. DSLDI 2013, 2013

- Nicolas Boutry, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Une généralisation du biencomposé à la dimension n. Communication at Journée du Groupe de Travail de Géometrie Discrète (GT GeoDis, Reims Image 2014), November 2014. In French
- Edwin Carlinet and Thierry Géraud. Traitement d'images multivariées avec l'arbre des formes. Communication at Journée du Groupe de Travail de Géometrie Discrète (GT GeoDis, Reims Image 2014), November 2014. In French

- Thierry Géraud. Connected filters applied to document image analysis. Communication at Laboratoire Informatique, Image et Interaction (L3i), Université de La Rochelle, October 2014
- Didier Verna. Biological realms in computer science. Keynote at ACCU 2014, April 2014

- Didier Verna. Referential transparency is overrated. ACCU 2015, April 2015
- Didier Verna. Software systems and unicellular life: Puzzling analogies. Poster at TPNC (Theory and Practice of Natural Computing), December 2015

C Bibliographie

Publications citées dans ce rapport

- [1] Souheib Baarir and Alexandre Duret-Lutz. Mechanizing the minimization of deterministic generalized Büchi automata. In *Proceedings of the 34th IFIP International Conference on Formal Techniques for Distributed Objects, Components and Systems (FORTE'14)*, volume 8461 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 266–283. Springer, June 2014.
- [2] Souheib Baarir and Alexandre Duret-Lutz. SAT-based minimization of deterministic ω -automata. In Proceedings of the 20th International Conference on Logic for Programming, Artificial Intelligence, and Reasoning (LPAR'15), volume 9450 of Lecture Notes in Computer Science, pages 79–87. Springer, November 2015.
- [3] Tomáš Babiak, Thomas Badie, Alexandre Duret-Lutz, Mojmír Křetínský, and Jan Strejček. Compositional approach to suspension and other improvements to LTL translation. In *Proceedings of the 20th International SPIN Symposium on Model Checking of Software (SPIN'13)*, volume 7976 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 81–98. Springer, July 2013.
- [4] Tomáš Babiak, František Blahoudek, Alexandre Duret-Lutz, Joachim Klein, Jan Křetínský, David Müller, David Parker, and Jan Strejček. The hanoi omega-automata format. In *Proceedings of the 27th International Conference on Computer Aided Verification (CAV'15)*, volume 9206 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 479–486. Springer, July 2015.
- [5] Ala Eddine Ben Salem. Extending testing automata to all ltl. In *Proceedings of the* 35th IFIP International Conference on Formal Techniques for Distributed Objects, Components and Systems (FORTE'15), volume 9039 of Lecture Notes in Computer Science, Grenoble, France, June 2015. Springer. accepted.
- [6] Ala Eddine Ben Salem. Single-pass testing automata for ltl model checking. In Proceedings of the 9th International Conference on Language and Automata Theory and Applications (LATA'15), volume 8977 of Lecture Notes in Computer Science, pages 563–576, Nice, France, 2015. Springer.
- [7] Ala Eddine Ben Salem, Alexandre Duret-Lutz, and Fabrice Kordon. Generalized Büchi automata versus testing automata for model checking. In *Proceedings of the second International Workshop on Scalable and Usable Model Checking for Petri Net and other models of Concurrency (SUMO'11)*, volume 726 of *Workshop Proceedings*, Newcastle, UK, June 2011. CEUR.
- [8] Ala Eddine Ben Salem, Alexandre Duret-Lutz, and Fabrice Kordon. Model checking using generalized testing automata. *Transactions on Petri Nets and Other Models of Concurrency (ToPNoC VI)*, 7400 :94–112, 2012.
- [9] Ala Eddine Ben Salem, Alexandre Duret-Lutz, Fabrice Kordon, and Yann Thierry-Mieg. Symbolic model checking of stutter invariant properties using generalized testing automata. In *Proceedings of the 20th International Conference on Tools and*

- Algorithms for the Construction and Analysis of Systems (TACAS'14), volume 8413 of Lecture Notes in Computer Science, pages 440–454, Grenoble, France, April 2014. Springer.
- [10] Ala Eddine Ben Salem and Mohamed Graiet. Combining explicit and symbolic ltl model checking using generalized testing automata. In Proceedings of the 15th International Conference on Application of Concurrency to System Design (ACSD'15), Brussels, Belgium, June 2015. IEEE Computer Society. accepted.
- [11] František Blahoudek, Alexandre Duret-Lutz, Mojmír Křetínský, and Jan Strejček. Is there a best Büchi automaton for explicit model checking? In *Proceedings of the 21th International SPIN Symposium on Model Checking of Software (SPIN'14)*, pages 68–76. ACM, 2014.
- [12] František Blahoudek, Alexandre Duret-Lutz, Vojtčech Rujbr, and Jan Strejček. On refinement of Büchi automata for explicit model checking. In *Proceedings of the 22th International SPIN Symposium on Model Checking of Software (SPIN'15)*, volume 9232 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 66–83. Springer, August 2015.
- [13] Jonas Borgstrom, William Campbell, Najim Dehak, Réda Dehak, Daniel Garcia-Romero, Kara Greenfieldand Alan McCree, Doug Reynold, Fred Richardsony, Elliot Singery, Douglas Sturim, and Pedro Torres-Carrasquillo. MITLL 2012 speaker recognition evaluation system description. In NIST Speaker Recognition Evaluation, Orlando, December 2012.
- [14] Nicolas Boutry, Thierry Géraud, and Laurent Najman. On making nD images well-composed by a self-dual local interpolation. In E. Barcucci, A. Frosini, and S. Rinaldi, editors, Proceedings of the 18th International Conference on Discrete Geometry for Computer Imagery (DGCI), volume 8668 of Lecture Notes in Computer Science, pages 320–331, Siena, Italy, September 2014. Springer.
- [15] Nicolas Boutry, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Une généralisation du biencomposé à la dimension n. Communication at Journée du Groupe de Travail de Géometrie Discrète (GT GeoDis, Reims Image 2014), November 2014. In French.
- [16] Nicolas Boutry, Thierry Géraud, and Laurent Najman. How to make nD functions digitally well-composed in a self-dual way. In J.A. Benediktsson, J. Chanussot, L. Najman, and H. Talbot, editors, Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing Proceedings of the 12th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM), volume 9082 of Lecture Notes in Computer Science Series, pages 561–572, Reykjavik, Iceland, 2015. Springer.
- [17] Nicolas Boutry, Thierry Géraud, and Laurent Najman. How to make nD images well-composed without interpolation. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, Québec City, Canada, September 2015.
- [18] Stefania Calarasanu. Improvement of a text detection chain and the proposition of a new evaluation protocol for text detection algorithms. PhD thesis, Université Pierre et Marie Curie Paris 6, Paris, France, December 2015.

- [19] Stefania Calarasanu, Séverine Dubuisson, and Jonathan Fabrizio. Towards the rectification of highly distorted texts. In *Proceedings of the 11th International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP)*, Rome, Italie, February 2016.
- [20] Stefania Calarasanu, Jonathan Fabrizio, and Séverine Dubuisson. Using histogram representation and earth mover's distance as an evaluation tool for text detection. In Proceedings of the 13th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), pages 221–225, Nancy, France, August 2015.
- [21] Stefania Calarasanu, Jonathan Fabrizio, and Séverine Dubuisson. What is a good evaluation protocol for text localization systems? concerns, arguments, comparisons and solutions. *Image and Vision Computing*, 46:1–17, February 2016.
- [22] Edwin Carlinet. A Tree of Shapes for Multivariate Images. PhD thesis, Université Paris Est, Paris, France, November 2015.
- [23] Edwin Carlinet and Thierry Géraud. A comparison of many max-tree computation algorithms. In C.L. Luengo Hendriks, G. Borgefors, and R. Strand, editors, *Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing Proceedings of the 11th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM)*, volume 7883 of *Lecture Notes in Computer Science Series*, pages 73–85, Uppsala, Sweden, 2013. Springer.
- [24] Edwin Carlinet and Thierry Géraud. A comparative review of component tree computation algorithms. *IEEE Transactions on Image Processing*, 23(9):3885–3895, September 2014.
- [25] Edwin Carlinet and Thierry Géraud. Getting a morphological tree of shapes for multivariate images: Paths, traps and pitfalls. In *Proceedings of the 21st International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 615–619, Paris, France, 2014.
- [26] Edwin Carlinet and Thierry Géraud. A morphological tree of shapes for color images. In Proceedings of the 22nd International Conference on Pattern Recognition (ICPR), pages 1133–1137, Stockholm, Sweden, August 2014.
- [27] Edwin Carlinet and Thierry Géraud. Traitement d'images multivariées avec l'arbre des formes. Communication at Journée du Groupe de Travail de Géometrie Discrète (GT GeoDis, Reims Image 2014), November 2014. In French.
- [28] Edwin Carlinet and Thierry Géraud. A color tree of shapes with illustrations on filtering, simplification, and segmentation. In J.A. Benediktsson, J. Chanussot, L. Najman, and H. Talbot, editors, Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing Proceedings of the 12th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM), volume 9082 of Lecture Notes in Computer Science Series, pages 363–374, Reykjavik, Iceland, 2015. Springer.
- [29] Edwin Carlinet and Thierry Géraud. Morphological object picking based on the color tree of shapes. In *Proceedings of 5th International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA'15)*, pages 125–130, Orléans, France, November 2015.

- [30] Edwin Carlinet and Thierry Géraud. MToS: A tree of shapes for multivariate images. *IEEE Transactions on Image Processing*, 24(12):5330–5342, December 2015.
- [31] Edwin Carlinet and Thierry Géraud. Une approche morphologique de segmentation interactive avec l'arbre des formes couleur. In *Actes du 15e Colloque GRETSI*, Lyon, France, September 2015. to appear.
- [32] Christopher Chedeau and Didier Verna. JSPP: Morphing C++ into JavaScript. Technical Report 201201-TR, EPITA Research and Development Laboratory, January 2012.
- [33] Sébastien Crozet and Thierry Géraud. A first parallel algorithm to compute the morphological tree of shapes of nD images. In *Proceedings of the 21st International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 2933–2937, Paris, France, 2014.
- [34] Najim Dehak, Z. Karam, D. Reynolds, Réda Dehak, W. Campbell, and J. Glass. A Channel-Blind System for Speaker Verification. In *International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, pages 4536–4539, Prage, Czech Republic, May 2011.
- [35] Najim Dehak, P. Kenny, Réda Dehak, P. Dumouchel, and P. Ouellet. Front-End Factor Analysis For Speaker Verification. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 13(4):788–798, May 2011.
- [36] Najim Dehak, O. Plchot, M.H. Bahari, L. Burget, H. Van hamme, and Réda Dehak. Gmm weights adaptation based on subspace approaches for speaker verification. In Odyssey 2014, The Speaker and Language Recognition Workshop, pages 48–53, Joensuu, Finland, June 2014.
- [37] Najim Dehak, Pedro A. Torres-Carrasquillo, Douglas Reynolds, and Reda Dehak. Language Recognition via I-Vectors and Dimensionality Reduction. In INTER-SPEECH 2011, pages 857–860, Florence, Italy, August 2011.
- [38] Akim Demaille, Alexandre Duret-Lutz, Sylvain Lombardy, Luca Saiu, and Jacques Sakarovitch. A type system for weighted automata and rational expressions. In *Proceedings of Implementation and Application of Automata*, 19th International Conference (CIAA'14), Lecture Notes in Computer Science, Giessen, Germany, July 2014. Springer.
- [39] Akim Demaille, Alexandre Duret-Lutz, Sylvain Lombardy, and Jacques Sakarovitch. Implementation concepts in Vaucanson 2. In Stavros Konstantinidis, editor, Proceedings of Implementation and Application of Automata, 18th International Conference (CIAA'13), volume 7982 of Lecture Notes in Computer Science, pages 122–133, Halifax, NS, Canada, July 2013. Springer.
- [40] Séverine Dubuisson, Myriam Robert-Seidowsky, and Jonathan Fabrizio. A self-adaptive likelihood function for tracking with particle filter. In *Proceedings of the 10th International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VI-SAPP)*, pages 446–453, March 2015.
- [41] Alexandre Duret-Lutz. Building LTL model checkers using Transition-based Generalized Büchi Automata. Invited talk to SUMo'11, June 2011.

- [42] Alexandre Duret-Lutz. LTL translation improvements in Spot. In *Proceedings of the 5th International Workshop on Verification and Evaluation of Computer and Communication Systems (VECoS'11)*, Electronic Workshops in Computing, Tunis, Tunisia, September 2011. British Computer Society.
- [43] Alexandre Duret-Lutz. Manipulating LTL formulas using Spot 1.0. In *Proceedings* of the 11th International Symposium on Automated Technology for Verification and Analysis (ATVA'13), volume 8172 of Lecture Notes in Computer Science, pages 442–445, Hanoi, Vietnam, October 2013. Springer.
- [44] Alexandre Duret-Lutz. LTL translation improvements in Spot 1.0. International Journal on Critical Computer-Based Systems, 5(1/2):31–54, March 2014.
- [45] Alexandre Duret-Lutz, Kais Klai, Denis Poitrenaud, and Yann Thierry-Mieg. Combining explicit and symbolic approaches for better on-the-fly LTL model checking. Technical Report 1106.5700, arXiv, June 2011. Extended version of our ATVA'11 paper, presenting two new techniques instead of one.
- [46] Alexandre Duret-Lutz, Kais Klai, Denis Poitrenaud, and Yann Thierry-Mieg. Self-loop aggregation product a new hybrid approach to on-the-fly LTL model checking. In *Proceedings of the 9th International Symposium on Automated Technology for Verification and Analysis (ATVA'11)*, volume 6996 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 336–350, Taipei, Taiwan, October 2011. Springer.
- [47] Jonathan Fabrizio. A precise skew estimation algorithm for document images using KNN clustering and fourier transform. In *Proceedings of the 21st International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 2585–2588, Paris, France, 2014.
- [48] Jonathan Fabrizio, Séverine Dubuisson, and Dominique Béréziat. Motion compensation based on tangent distance prediction for video compression. *Signal Processing : Image Communication*, 27(2):113–208, February 2012.
- [49] Jonathan Fabrizio, Beatriz Marcotegui, and Matthieu Cord. Text detection in street level image. *Pattern Analysis and Applications*, 16(4):519–533, November 2013.
- [50] Łukasz Fronc and Alexandre Duret-Lutz. LTL model checking with Neco. In Proceedings of the 11th International Symposium on Automated Technology for Verification and Analysis (ATVA'13), volume 8172 of Lecture Notes in Computer Science, pages 451–454, Hanoi, Vietnam, October 2013. Springer.
- [51] Thierry Géraud. Links between the morphological tree of shapes and well-composed gray-level images. Communication at Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur, de l'Informatique et de l'Imagerie (ICube), Université de Strasbourg, October 2012.
- [52] Thierry Géraud. Outil logiciel pour le traitement d'images : Bibliothèque, paradigmes, types et algorithmes. Habilitation report, Université Paris-Est, June 2012. In French.
- [53] Thierry Géraud. Tree of shapes and well-composed images. Communication at Centre de Recherche en STIC de l'URCA (CReSTIC), Université de Reims, October 2012.

- [54] Thierry Géraud. A discrete, continuous, and self-dual representation of 2D images. Communication at LRDE, EPITA, February 2013.
- [55] Thierry Géraud. Self-duality and discrete topology. Communication at Journée du Groupe de Travail de Géometrie Discrète (GT GeoDis), Université Paris Diderot, June 2013.
- [56] Thierry Géraud. Connected filters applied to document image analysis. Communication at Laboratoire Informatique, Image et Interaction (L3i), Université de La Rochelle, October 2014.
- [57] Thierry Géraud. A morphological method for music score staff removal. In Proceedings of the 21st International Conference on Image Processing (ICIP), pages 2599–2603, Paris, France, 2014.
- [58] Thierry Géraud, Edwin Carlinet, and Sébastien Crozet. Self-duality and digital topology: Links between the morphological tree of shapes and well-composed gray-level images. In J.A. Benediktsson, J. Chanussot, L. Najman, and H. Talbot, editors, Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing Proceedings of the 12th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM), volume 9082 of Lecture Notes in Computer Science Series, pages 573–584, Reykjavik, Iceland, 2015. Springer.
- [59] Thierry Géraud, Edwin Carlinet, Sébastien Crozet, and Laurent Najman. A quasilinear algorithm to compute the tree of shapes of n-D images. In C.L. Luengo Hendriks, G. Borgefors, and R. Strand, editors, Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing – Proceedings of the 11th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM), volume 7883 of Lecture Notes in Computer Science Series, pages 98–110, Uppsala, Sweden, 2013. Springer.
- [60] Thierry Géraud, Roland Levillain, and Guillaume Lazzara. The Milena image processing library. Communication at Centre de Mathématiques et de leurs Applications (CMLA), ENS Cachan, June 2012.
- [61] Guillaume Lazzara and Thierry Géraud. Efficient multiscale Sauvola's binarization. International Journal of Document Analysis and Recognition (IJDAR), 17(2):105–123, June 2014.
- [62] Guillaume Lazzara, Thierry Géraud, and Roland Levillain. Planting, growing and pruning trees: Connected filters applied to document image analysis. In *Proceedings of the 11th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS)*, pages 36–40, Tours, France, April 2014. IAPR.
- [63] Guillaume Lazzara, Roland Levillain, Thierry Géraud, Yann Jacquelet, Julien Marquegnies, and Arthur Crépin-Leblond. The SCRIBO module of the Olena platform: a free software framework for document image analysis. In *Proceedings of the 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*, pages 252–258, Beijing, China, September 2011. International Association for Pattern Recognition (IAPR).
- [64] Roland Levillain. Towards a Software Architecture for Generic Image Processing. PhD thesis, Université Paris-Est, Marne-la-Vallée, France, November 2011.

- [65] Roland Levillain and Thierry Géraud. Genericity as a solution for image processing: Applications to mathematical morphology and digital topology. Communication at Journée du Groupe de Travail de Géometrie Discrète (GT GeoDis), Lyon, June 2012.
- [66] Roland Levillain, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Une approche générique du logiciel pour le traitement d'images préservant les performances. In *Proceedings of the 23rd Symposium on Signal and Image Processing (GRETSI)*, Bordeaux, France, September 2011. In French.
- [67] Roland Levillain, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Writing reusable digital topology algorithms in a generic image processing framework. In Ullrich Köthe, Annick Montanvert, and Pierre Soille, editors, WADGMM 2010, volume 7346 of Lecture Notes in Computer Science, pages 140–153. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012.
- [68] Roland Levillain, Thierry Géraud, Laurent Najman, and Edwin Carlinet. Practical genericity: Writing image processing algorithms both reusable and efficient. In Eduardo Bayro and Edwin Hancock, editors, Progress in Pattern Recognition, Image Analysis, Computer Vision, and Applications Proceedings of the 19th Iberoamerican Congress on Pattern Recognition (CIARP), volume 8827 of Lecture Notes in Computer Science, pages 70–79, Puerto Vallarta, Mexico, November 2014. Springer-Verlag.
- [69] Thibaud Michaud and Alexandre Duret-Lutz. Practical stutter-invariance checks for ω-regular languages. In Proceedings of the 22th International SPIN Symposium on Model Checking of Software (SPIN'15), volume 9232 of Lecture Notes in Computer Science, pages 84–101. Springer, August 2015.
- [70] Laurent Najman and Thierry Géraud. Discrete set-valued continuity and interpolation. In C.L. Luengo Hendriks, G. Borgefors, and R. Strand, editors, *Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing Proceedings of the 11th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM)*, volume 7883 of *Lecture Notes in Computer Science Series*, pages 37–48, Uppsala, Sweden, 2013. Springer.
- [71] Etienne Renault. Contribution aux tests de vacuité pour le model checking explicite. PhD thesis, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, Paris, France, December 2014.
- [72] Etienne Renault, Alexandre Duret-Lutz, Fabrice Kordon, and Denis Poitrenaud. Strength-based decomposition of the property Büchi automaton for faster model checking. In Nir Piterman and Scott A. Smolka, editors, Proceedings of the 19th International Conference on Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems (TACAS'13), volume 7795 of Lecture Notes in Computer Science, pages 580–593. Springer, March 2013.
- [73] Etienne Renault, Alexandre Duret-Lutz, Fabrice Kordon, and Denis Poitrenaud. Three SCC-based emptiness checks for generalized Büchi automata. In Ken McMillan, Aart Middeldorp, and Andrei Voronkov, editors, Proceedings of the 19th International Conference on Logic for Programming, Artificial Intelligence, and Reasoning (LPAR'13), volume 8312 of Lecture Notes in Computer Science, pages 668–682. Springer, December 2013.

- [74] Etienne Renault, Alexandre Duret-Lutz, Fabrice Kordon, and Denis Poitrenaud. Parallel explicit model checking for generalized Büchi automata. In Christel Baier and Cesare Tinelli, editors, Proceedings of the 19th International Conference on Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems (TACAS'15), volume 9035 of Lecture Notes in Computer Science, pages 613–627. Springer, April 2015. Accepted.
- [75] Olivier Ricou. The Eof and OpenSE experiments. fOSSa 2011, October 2011.
- [76] Myriam Robert-Seidowsky, Jonathan Fabrizio, and Séverine Dubuisson. TextTrail: a robust text tracking algorithm in wild environments. In *Proceedings of the 10th International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP)*, pages 268–276, March 2015.
- [77] Ala Eddine BEN SALEM. Improving the Model Checking of Stutter-Invariant LTL Properties. PhD thesis, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, Paris, France, September 2014.
- [78] M. Sennoussaoui, Najim Dehak, P. Kenny, Réda Dehak, and P. Dumouchel. First attempt at Boltzmann machines for speaker recognition. In *Odyssey Speaker and Language Recognition Workshop*, Singapore, June 2012.
- [79] Laurent Senta, Christopher Chedeau, and Didier Verna. Generic image processing with Climb. In *European Lisp Symposium*, Zadar, Croatia, May 2012.
- [80] S. Shum, Najim Dehak, Réda Dehak, and J. Glass. Unsupervised methods for speaker diarization: An integrated and iterative approach. *IEEE Transactions on Audio*, Speech, and Language Processing, 21(10):2015–2028, October 2013.
- [81] Didier Verna. Beating C in scientific computing applications. In *Third European Lisp Workshop at ECOOP*, Nantes, France, July 2006. Best paper award.
- [82] Didier Verna. Binary methods programming: the CLOS perspective (extended version). Journal of Universal Computer Science, 14(20):3389–3411, 2008.
- [83] Didier Verna. CLOS efficiency: Instantiation. In *Proceedings of the International Lisp Conference*, pages 76–90. Association of Lisp Users, March 2009.
- [84] Didier Verna. Revisiting the visitor: the just do it pattern. *Journal of Universal Computer Science*, 16:246–271, 2010.
- [85] Didier Verna. Biological realms in computer science: the way you don't (want to) think about them. In *Onward!* 2011, pages 167–176, 2011.
- [86] Didier Verna. Towards LATEX coding standards. In Barbara Beeton and Karl Berry, editors, TUGboat, volume 32, pages 309–328, 2011.
- [87] Didier Verna. DSLs from the perspective of extensible languages. ACCU 2012, April 2012.
- [88] Didier Verna. Extensible languages: blurring the distinction between DSLs and GPLs. In Marjan Mernik, editor, Formal and Practical Aspects of Domain-Specific Languages: Recent Developments, chapter 1. IGI Global, September 2012.

- [89] Didier Verna. On Lisp extensibility, and its impact on DSL design and implementation. Tutorial at ILC 2012, 2012.
- [90] Didier Verna. Star T_EX: the next generation. In Barbara Beeton and Karl Berry, editors, *TUGboat*, volume 33, 2012.
- [91] Didier Verna. The bright side of exceptions. ACCU 2013, April 2013.
- [92] Didier Verna. Extensibility for DSL design and implementation: a case study in Lisp. DSLDI 2013, 2013.
- [93] Didier Verna. The incredible tale of the author who didn't want to do the publisher's job. In Barbara Beeton and Karl Berry, editors, *TUGboat*, volume 34, 2013.
- [94] Didier Verna. TiCL: the prototype (Star T_EX: the next generation, season 2). In Barbara Beeton and Karl Berry, editors, *TUGboat*, volume 34, 2013.
- [95] Didier Verna. Biological realms in computer science. Keynote at ACCU 2014, April 2014.
- [96] Didier Verna. Referential transparency is overrated. ACCU 2015, April 2015.
- [97] Didier Verna. Software systems and unicellular life: Puzzling analogies. Poster at TPNC (Theory and Practice of Natural Computing), December 2015.
- [98] Didier Verna and François Ripault. Context-oriented image processing. In *Context-Oriented Programming Workshop*, 2015.
- [99] Nicolas Widynski, Thierry Géraud, and Damien Garcia. Speckle spot detection in ultrasound images: Application to speckle reduction and speckle tracking. In Proceedings of the IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS), pages 1734– 1737, Chicago, IL, USA, 2014.
- [100] Yongchao Xu. Tree-based shape spaces: Definition and applications in image processing and computer vision. PhD thesis, Université Paris-Est, Marne-la-Vallée, France, December 2013.
- [101] Yongchao Xu, Edwin Carlinet, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Meaningful disjoint level lines selection. In *Proceedings of the 21st International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 2938–2942, Paris, France, 2014.
- [102] Yongchao Xu, Edwin Carlinet, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Efficient computation of attributes and saliency maps on tree-based image representations. In J.A. Benediktsson, J. Chanussot, L. Najman, and H. Talbot, editors, Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing Proceedings of the 12th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM), volume 9082 of Lecture Notes in Computer Science Series, pages 693–704, Reykjavik, Iceland, 2015. Springer.
- [103] Yongchao Xu, Thierry Géraud, Pascal Monasse, and Laurent Najman. Tree-based morse regions: A topological approach to local feature detection. *IEEE Transactions on Image Processing*, 23(12):5612–5625, December 2014.

- [104] Yongchao Xu, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Context-based energy estimator: Application to object segmentation on the tree of shapes. In *Proceedings of the 19th International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 1577–1580, Orlando, Florida, USA, October 2012. IEEE.
- [105] Yongchao Xu, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Morphological filtering in shape spaces: Applications using tree-based image representations. In *Proceedings of the 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, pages 485–488, Tsukuba Science City, Japan, November 2012. IEEE Computer Society.
- [106] Yongchao Xu, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Salient level lines selection using the Mumford-Shah functional. In Proceedings of the 20th International Conference on Image Processing (ICIP), pages 1227–1231, Melbourne, Australia, September 2013. IEEE.
- [107] Yongchao Xu, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Two applications of shape-based morphology: blood vessels segmentation and a generalization of constrained connectivity. In C.L. Luengo Hendriks, G. Borgefors, and R. Strand, editors, Mathematical Morphology and Its Application to Signal and Image Processing Proceedings of the 11th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM), volume 7883 of Lecture Notes in Computer Science Series, pages 390–401, Uppsala, Sweden, 2013. Springer.
- [108] Yongchao Xu, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Espaces des formes basés sur des arbres : définition et applications en traitement d'images et vision par ordinateur. In Actes du 19ème Congrès National sur Reconnaissance des Formes et l'Intelligence Artificielle (RFIA), volume 1, Rouen, France, July 2014.
- [109] Yongchao Xu, Thierry Géraud, and Laurent Najman. Connected filtering on tree-based shape-spaces. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, PP(99):1–15, 2015. To appear.

D Séminaire Performance et Généricité du LRDE

Dans l'ordre chronologique:

2011

- Frédéric Peschanski (UPMC) Principes et Pratiques de la Programmation Concurrente en -calcul
- Benoît Vandame (Canon Research Centre France CRF-Rennes) Généricité en traitement des images : développement d'algorithmes complexes et localisés au sein d'une image.
- Jonathan Fabrizio (LRDE) Utilisation des distances tangentes pour la compensation de mouvement : Application au codec Theora
- Nicolas Ballas (LVIC, CEA/List et CAOR, école des Mines de Paris) Modèle basécontexte pour l'annotation automatique du multimédia
- Matthieu Garrigues (Unité d'électronique et d'informatique de l'ENSTA) Traitement d'images sur processeur graphique avec CUDA et C++
- Alexandre Borghi (LRI, Université Paris-SUD XI) Un algorithme rapide pour le Compressive Sensing sur architectures parallèles
- Nicolas Pierron (Mozilla Paris) Pourquoi Javascript est-il aussi rapide/lent?
- Ullrich Köthe (HCI, IWR, Universität Heidelberg, Allemagne) Interactive 2D and 3D Segmentation with ilastik

- Yann Régis-Gianas (Université Paris Diderot) Des performances dans les nuages avec la virtualisation des langages
- Nicolas Ayache (Laboratoire PPS, Université Paris Diderot) Certification d'annotations de coût dans les compilateurs
- Guillaume Chatelet (Mikros Image) Reusable Generic Look Ahead Multithreaded Cache a case study for a high resolution player
- Laurent Najman (ESIEE et LIGM, Université Paris-Est) Le point de vue d'un théoricien sur l'intérêt de la généricité pour le traitement d'images
- Antoine Manzanera (ENSTA-ParisTech) Un modèle générique de traitement et de représentation des images
- Matthieu Garrigues (Unité d'électronique et d'informatique de l'ENSTA) Analyse des mouvements apparents dans un flux vidéo

- Eric Mahé (MassiveRand) GPU Computing : début d'une ère ou fin d'une époque?
- Ala Eddine Ben Salem (LRDE) Vérification efficace de propriétés insensibles au bégaiement
- Étienne Renault (LRDE) Composition dynamique de techniques pour le model checking efficace
- Yongchao Xu (LRDE) Filtrage morphologique dans les espaces de formes : Applications avec la représentation d'image par arbres
- Raphael Poss (University of Amsterdam, Pays Bas) Systèmes d'exploitation en dur : une clef du passage de 10 à 1000 cœurs
- Roy Bakker (University of Amsterdam, Pays Bas) Platform and Research overview on the Intel Single-chip Cloud Computer

- Gaël Thomas (REGAL-LIP6/UPMC/INRIA) Amélioration du design et des performances des machines virtuelles langages
- Thierry Géraud (LRDE) Une représentation d'images 2D discrète, continue et auto-duale
- Matthieu Faessel et Michel Bilodeau (Centre de Morphologie Mathématique, Fontainebleau, Mines ParisTech) SMIL : Simple Morphological Image Library
- Peter Van Roy (Université catholique de Louvain) Designing robust distributed systems with weakly interacting feedback structures
- Basile Starynkevitch (CEA LIST) Étendre le compilateur GCC avec MELT
- Eric Jaeger et Olivier Levillain (ANSSI) Langages de développement et sécurité Mind your language
- Luca Saiu (Projet GNU, INRIA) GNU epsilon, un langage de programmation extensible
- Dodji Seketeli (Red Hat) Address & Thread Sanitizer dans GCC : État Actuel et Orientation Future
- Juliusz Chroboczek (Laboratoire PPS, Université Paris-Diderot) CPC : Une implémentation efficace de la concurrence par passage de continuations
- Michael Wilkinson (Johann Bernoulli Institute, University of Groningen, The Netherlands) A "Diplomatic" Parallel Algorithm for the Component Trees of High Dynamic Range Images

- Dominique Revuz (LIGM, UMR 8046, Université Paris-Est Marne-la-Vallée) Automates Acycliques
- Yves Caseau (Bouygues Telecom/Académie des Technologies) CLAIRE : un pseudocode élégant exécutable et compilable pour l'aide à la décision
- Vincent Balat (Université Paris Diderot/INRIA) Programmation d'applications Web client-serveur avec Ocsigen
- Patrick Foubet (SERIANE) Nife : du Forth pour l'embarqué
- Tamy Boubekeur (Telecom ParisTech) Méthodes rapides pour le traitement, l'analyse et la synthèse en informatique graphique
- Markus Voelter (indépendant/itemis) Generic Tools, Specific Languages
- Raphaël Boissel (EPITA, CSI 2014, stagiaire chez NVidia, USA) Une nouvelle approche pour la gestion de la mémoire avec CUDA
- Christian Queinnec (UPMC, LIP6) D'un MOOC à l'autre

- Yann Azoury (Faveod, Paris) Faveod, meta-modèle au service de la qualité logicielle
- Clément Pernet (Université Grenoble-Alpes, INRIA, LIP équipe AriC) Généricité et efficacité en algèbre linéaire exacte avec les bibliothèques FFLAS-FFPACK et LinBox
- Brice Boyer (UPMC CNRS INRIA, LIP6 équipe POLSYS) Multiplication matrice creuse-vecteur dense exacte et efficace.
- Matthieu Garrigues (Laboratoire d'informatique et d'ingénierie des systèmes, ENS-TA ParisTech) – Programmation web haute performance avec C++14.
- Tamy Boubekeur (Telecom ParisTech CNRS University Paris-Saclay Intégrales de Morton pour la Simplification Géométrique Haute Vitesse.

E Les anciens étudiants-chercheurs du LRDE

Voici la liste des étudiants de l'EPITA qui ont été au LRDE durant leur scolarité sur la période de ce rapport d'activité.

Promotion 2011

- Edwin Carlinet (Ingénieur R&D chez DxO, Boulogne-Billancourt, France, M2 MVA ENS Cachan, PhD Epita/Paris-Est)
- Loïc Dénuzière (Architecte F# chez IntelliFactory, Budapest, Hongrie)
- Jérôme Galtier (Directeur recherche et développement chez Limpidius, Lille, France)
- Alex Hamelin (Graphic Tool Engineer chez NVIDIA, Aix-La-Chapelle, Allemagne)

Promotion 2012

- Félix Abecassis (Ingénieur CUDA chez NVIDIA, Paris, Master 2 MIHP)
- Christopher Chedeau (Ingénieur Logiciel chez Facebook, San Francisco, USA)
- Julien Marquegnies (Consultant chez Simon-Kucher & Partners, Master 2 ESSEC)

Promotion 2013

- Thomas Badie (Ingénieur de Recherche chez Vibrant Media, Londres, UK)
- Victor Lenoir (Ingénieur de Recherche chez Jellynote, Paris, France)
- Coddy Levi (Développeur chez Criteo, Paris, France)
- Sylvain Lobry (Doctorant au LTCI, Télécom ParisTech, M2 UPMC)
- David Moreira (Développeur p2p/distributed chez Invivoo, Paris, France)
- Pierre Parutto (Etudiant en Master2 Bioinformatics and Modeling, UPMC, Paris)
- Laurent Senta (Ingénieur de Recherche Big Data chez Turn, Londres, UK)

Promotion 2014

- Raphaël Boissel (Ingénieur CUDA chez NVIDIA, Munich, Allemagne)
- Sebastien Crozet (Doctorant au CEA, Région parisienne)
- François Ripault (Ingénieur chez Arista Networks, Vancouver, Canada)
- Benjamin Roux (Ingénieur chez GOLF42, Nuremberg, Allemagne)

Promotion 2015

- Jean-Luc Bounthong (Stagiaire chez Heartflow, San Francisco, USA)
- Anthony Seure (Ingénieur Logiciel chez Algolia, Paris, France)
- Jimmy Yeh (Développeur R&D à la SGCIB, Région parisienne)