



Recherche
et
Développement Industriel
Rapport d'activité 2013

- § -

**Ecole Supérieure en Informatique,
Electronique et Automatique**

Direction de la Recherche
et
du Développement Industriel

Table des matières

Présentation de la Direction de la Recherche et de l’Innovation	7
Rôles et missions de la DRDI	7
Bilan de l’activité 2013 et perspectives 2014	9
Comité scientifique ESIEA	11
Contacts DRDI	12
Pôle Art et Recherche NUMérique (ARNUM)	13
Présentation du pôle ARNUM	13
Composition du pôle ARNUM	13
Thèmes de recherche et compétences du pôle ARNUM	16
Créations artistiques	17
<i>Proakis’s Map</i> de Tania Le Goff	17
Prana 2013	18
Afficheurs TTL	19
Afficheur Sériel	19
Collaboration avec des artistes	20
<i>XVII-VIXI</i>	20
Réalisation technique	20
<i>Flux</i>	22
<i>Before, Now and Then</i>	24
Relation Art-science	26
Pérennisation du numérique dans l’art	26
Didactique des sciences par les arts – la magie	26
Introduction au Glitch-art	27
Activités scientifiques diverses	28
Groupe de Recherche (GdR) ESARS (2013-2016)	28
Comités scientifiques	29
Publications et productions ARNUM	29
Livres ou chapitres d’ouvrages	29
Revue internationale à comité de lecture	29
Revue nationale à comité de lecture	30
Expositions internationales avec comité de sélection	30
Conférences et articles invités (niveau international)	31
Conférences et articles invités (niveau national)	32
Conférences internationales avec comité de sélection et actes	32
Concours et prix	33
Le pôle ARNUM dans les médias	33

Pôle Acquisition et Traitement des Images et des Signaux (ATIS)	35
Présentation du pôle ATIS	35
Description générale du pôle ATIS	35
Composition du pôle ATIS	35
Direction	35
Équipe permanente	36
Équipe non permanente	36
Principaux travaux réalisés	36
Robots d'exploration	36
Drones volants	36
Drone sous-marins	39
Applications thématiques et systèmes d'information	42
Reconstruction 3D de fonds marins	42
Réalité Terrain Étendue (RTE)	44
.	45
Concours et prix	45
Partenariat	45
Publications et travaux du laboratoire	45
Conférences internationales avec comité de sélection et actes	45
Revue Revues professionnelles internationales	46
Thèse et projets encadrés au laboratoire	46
Thèse en cours	46
Encadrement de projets étudiants	47
Pôle Réalité Virtuelle et Systèmes Embarqués (RVSE)	49
Présentation du pôle	49
Composition du pôle RVSE	49
Stages et thèses	50
Thèses en cours	50
Stages 2013 (cycle L)	52
Publications	52
Conférences internationales avec comité de sélection et actes	52
Contrats et transferts technologiques 2013	53
Contrat Essilor	53
Contrat SPPP	53
Contrat <i>ValidEYE</i>	53
Projet de R & D ARVAD	54
Laboratoire de Virologie et Cryptologie Opérationnelles ((C + V)^o)	55
Présentation du laboratoire	55
Thèmes de recherche	56
Composition du laboratoire	58
Stages et thèses	62
Thèses soutenues en 2013	62
Thèses en cours	62
Stages Master - Mastère et Ingénieur 2012	63
Stages 2012 (cycle L)	63

Publications	64
Ouvrages et chapitres d'ouvrages	64
Revue internationale à comité de lecture	64
Conférences et articles invités (niveau international)	64
Conférences et articles invités (niveau national)	64
Conférences internationales avec comité de sélection et actes	65
Conférences internationales avec comité de sélection sans actes	66
Conférences nationales avec comité de sélection et actes	66
Articles en <i>Open Access</i>	67
Concours et Prix	67
Le laboratoire $(C + V)^O$ dans la presse	67
Productions logicielles	68
Activités scientifiques diverses	70
Participation à des jurys de thèses	70
Organisation de conférences internationales	70
Participation à des comités de programmes	71
Activités de revue d'articles (<i>peer-reviewing</i>)	71
Animations scientifiques	71
Responsabilités éditoriales	72
Contrats et transferts technologiques 2013	72
Contrats	72
Projets industriels	73
Partenariats industriels	74

Présentation de la Direction de la Recherche et de l'Innovation

Rôles et missions de la DRDI

Le rôle de la Direction de la Recherche et de l'Innovation (DRDI) dans le groupe ESIEA est multiple :

- Organiser, orienter et valoriser la recherche qu'elle soit de type académique et théorique ou plus appliquée ou tournée vers les aspects industriels. Cette tâche commence par le recensement de toute l'activité de recherche (thématiques, axes, compétences et expertises, productions...). Ce n'est assurément pas la partie la plus facile tant cette activité est riche, productive et innovante. Une fois ce recensement achevé, il s'agit d'identifier les forces et faiblesses de cette activité de recherche et d'aider les équipes à combler les secondes et capitaliser sur les premières.
- Soutenir et développer le processus de publication. L'audit des activités de recherche mené fin 2008 a montré que si la production en terme de résultats, tant scientifiques que techniques, est très importante, la plupart des équipes n'avaient ni le réflexe ni le temps de publier. Cela est regrettable tant pour l'évaluation de la recherche que pour la protection du patrimoine. En effet, pour le premier point, le processus de publication, dans son acception la plus large (publications classiques, communications, vulgarisation, brevets . . .) est un moyen privilégié permettant cette évaluation. Concernant le second point, dans une société moderne très fortement concurrentielle, ce processus de publication est le seul moyen de protéger un patrimoine scientifique et technique. La publication dans les conférences internationales réputées ou dans des journaux scientifiques de qualité, le dépôt de brevets, la publication de rapports de recherche ou de rapports techniques doivent devenir non seulement la norme mais également un réflexe. L'amélioration constatée en 2009 a été confirmée depuis mais les efforts doivent être poursuivis et accentués. La commission des titres d'ingénieur – qui a renouvelé en 2011 l'homologation de notre école à délivrer le diplôme d'ingénieur, et ce pour six ans de plus – a confirmé l'excellence de la recherche du groupe ESIEA mais a également confirmé que certains efforts restaient à faire. La qualité de la recherche du groupe ESIEA a été également soulignée comme étant un point fort, en particulier dans ses relations avec la formation, par l'AERES en réponse à notre rapport d'auto-évaluation 2012.
- Valoriser le potentiel humain (professeurs et étudiants). Une école est constituée avant tout d'hommes et de femmes dont la mission première est la formation des futures générations. Cette mission est très prenante et la plupart du temps, la « tête dans le guidon » les intéressés ne se soucient pas de valoriser leur travail et leurs compétences au plan personnel. Or

la richesse humaine s'entretient. Cela passe par le processus de publication, lequel est encore une fois essentiel en vue de cet objectif mais également par l'incitation à la formation et au développement personnel (soutien aux projets, préparation de thèses et d'habilitations à diriger des recherches, formations spécifiques ...).

- Valoriser le potentiel industriel. La production doit être protégée et valorisée (brevets, logiciels libres, pépinière d'entreprises, partenariats industriels) alors que trop souvent, malgré les progrès enregistrés depuis 2008, les réalisations souvent abouties des travaux des professeurs et étudiants ne donnent lieu à aucune suite.
- Enfin, et ce n'est pas le moindre des rôles, la DRDI se doit de s'assurer du soutien et de l'implication directe de la recherche dans les enseignements au sein de l'ESIEA. La recherche doit alimenter directement le contenu des cours pour que nos étudiants reçoivent une formation moderne, en phase avec les grands défis technologiques que les ingénieurs de demain auront inévitablement à relever. De ce point de vue, l'ESIEA est plutôt innovante et en pointe grâce à un corps professoral motivé et particulièrement compétent. Tous les chercheurs de l'ESIEA – nos doctorants inclus – sont avant tout des professeurs intervenant dans les différents modules dispensés de la première à la dernière année.

Le rôle de la DRDI est également essentiel dans l'évolution des contenus de formation. La recherche dont l'activité est, par nature, aux franges de la connaissance est à même d'identifier les domaines scientifiques et techniques de demain et de s'assurer que nos élèves ingénieurs seront au fait de ces connaissances émergentes. La DRDI a été largement impliquée en 2011 dans la refonte et la modernisation des enseignements d'informatique en 1A et 2A. En 2012, elle a contribué à la création d'une mineure *Algorithmique des systèmes complexes et Big Data* ainsi qu'à la refonte totale des enseignements dans le domaine des réseaux et de leur sécurité. Cette évolution s'est poursuivie en 2012 par la création d'une mineure *Big Data*. En 2013, de nouveaux contenus pédagogiques, soutenus et animés par les équipes de recherche, ont vu le jour :

- un parcours sécurité (majeure et mineures) en langue anglaise, permettant à terme de proposer une année d'enseignement totalement en langue anglaise pour les étudiants étrangers, dans le domaine de la sécurité,
- deux mineures supplémentaires en langue française, l'une technique (*Méthologie et méthodologie de la sécurité*) l'autre managériale (*Réglementation et éthique de la sécurité*),
- une mineure systèmes embarqués.

Mais il est également essentiel d'associer plus avant les élèves ingénieurs ESIEA, et ce systématiquement et au plus tôt, dans l'activité de recherche. L'expérience montre que la pédagogie par projet se prête particulièrement bien à cette démarche. Chaque élève devrait sortir de sa formation en ayant rédigé au moins un article scientifique en anglais lors de sa scolarité et pour les meilleurs d'entre eux, l'avoir soumis dans des conférences scientifiques internationales. L'ingénieur de demain doit avoir une dimension internationale et la recherche constitue, pour cela, une excellente opportunité parmi de nombreuses autres approches. C'est dans cet esprit que le projet « espoir recherche » a été créé depuis 2008 et complètement formalisé en liaison avec la direction de la formation en 2012. Ce dispositif a connu un franc succès en 2013 auprès de nos étudiants qui ainsi découvrent une pédagogie complémentaire répondant souvent mieux à leurs goûts et aspirations.

- Poursuivre la politique de recherche au sein de l'école dans le respect des orientations éma-

nant du Ministère de tutelle et de l'AERES, conformément aux engagements pris par l'ESIEA dans le cadre de la contractualisation. Dans ce sens, la DRDI vise, à terme, à la reconnaissance nationale de sa recherche.

Au final, la DRDI a pour mission de mettre en valeur la richesse scientifique, technique et humaine existant au sein du groupe ESIEA afin de faire de ce dernier un foyer intellectuel et scientifique de tout premier ordre notamment dans les domaines couverts par ses thématiques de recherche. La recherche – et sa capacité à produire à la fois des résultats opérationnels mais également de satisfaire aux canons académiques fixés par l'AERES – est LA dimension déterminante dans le contexte actuel, en rapide évolution. Elle est au carrefour des enseignements et des challenges professionnels et économiques qui nous attendent.

L'enseignement supérieur en France connaît actuellement une révolution d'autant plus profonde et radicale que notre pays doit rattraper des années de retard. Une gigantesque opération de recensement, d'organisation et d'évaluation de la recherche est menée depuis quelques années avec l'AERES. L'ESIEA est maintenant directement concernée, – notamment du fait de sa contractualisation avec l'état en 2010, renouvelée en 2013, pour la période 2013 - 2018. Elle doit donc, comme les universités, adopter les critères opérationnels et de qualité fixés par le ministère de l'enseignement supérieur et de la Recherche.

Le présent document recense l'activité de recherche durant l'année 2013. Le principal constat montre que le travail de fond entrepris depuis 2008 commence à porter ses fruits mais il indique clairement qu'il est nécessaire de poursuivre ces efforts notamment vers l'international et avec l'accroissement, dès que possible, du nombre de docteurs et de HDR dans nos équipes.

Bilan de l'activité 2013 et perspectives 2014

L'année 2013 a été marquée par une production relativement soutenue à la fois en qualité et en quantité, légèrement en retrait par rapport à 2012 (voir le tableau 1. Cela s'explique par un investissement nettement plus conséquent dans les contrats de R&D (projet DAVFI, contrats Essilor...). L'année 2013 a, en revanche, été placée sous le signe d'une médiatisation plus importante et plus intense (presse audio-visuelle nationale) que pour 2012, avec près de 800 points de presse identifiés. Le tableau 1 résume les principales productions de la DRDI en 2013. Comme pour l'année 2012, la production des équipes de la DRDI a directement contribué à une meilleure visibilité du groupe tant auprès des professionnels que du grand public. Cela contribue à la remontée significative des effectifs entrants de première année et de troisième année (recrutement CPGE). Les différents entretiens avec les étudiants et leurs parents permettent d'affirmer que l'attractivité et la qualité de la recherche du groupe ESIEA et son implication dans les enseignements ont joué un rôle significatif.

L'activité de recherche continue de contribuer fortement au développement de l'école et notamment à sa pédagogie, par exemple par le dispositif « espoir recherche » qui a connu une croissance très forte en 2013, ou encore la création de nouvelles offres de formation (options de cycle M, 5ème année en anglais sur le parcours sécurité...).

L'année 2014 va être une année capitale pour la recherche de l'ESIEA. Les principales orientations stratégiques sont les suivantes :

- restructuration de la recherche par la constitution d'un laboratoire unique autour des sciences et techniques du numérique. Le but est de rationaliser la recherche par une structure de taille plus conséquente, favorisant l'interdisciplinarité et les collaborations transversales entre

technologies et entre les chercheurs ;

- développement de la R&D vers des usages transverses. Il est essentiel de traduire un potentiel scientifique et technique dans des applications tournées vers les besoins de la société et des industriels. Le maître mot est la valorisation du savoir-faire ;
- dépôt d'un dossier de labellisation AERES hors vague ;
- recrutement d'un HDR supplémentaire ;

Type de production	Nombre en 2013
Ouvrages et chapitres d'ouvrages	3
Brevets	0
Articles dans revues Internationales (avec comité de lecture)	6
Articles dans revues nationales (avec comité de lecture)	2
Conférences/articles invités (niveau international)	6
Conférences/articles invités (niveau national)	11
Conférences internationales (avec comité de sélection et actes)	10
Conférences nationales (avec comité de sélection et actes)	1
Conférences internationales (avec comité de sélection sans actes)	12
Thèses soutenues	2
Thèses en cours	8
Prix	2
Logiciels libres	3
Stages niveau L	5
Stages niveau M	7

Table 1 – *Résumé des principales productions DRDI en 2013*

Comité scientifique ESIEA

Ce comité est constitué des membres suivants (par ordre alphabétique) :

- Monsieur le professeur Philippe Fuchs, Centre robotique d'Armines, Mines PARISTECH.
- Monsieur l'Ingénieur en chef des Mines Renaud Labelle. Ministère de la Défense.
- Monsieur le professeur Guy Pujolle, LIP6 - CNRS, Pierre et Marie Curie Université (Paris 6).
- Monsieur le professeur Michel Riguiedel, Télécom ParisTech.
- Monsieur le professeur Jean-Paul Rudant, Université de Marne-la-Vallée.
- Madame Samia Soutani-Vigneron, Directrice adjointe de l'IUT de Laval.
- Monsieur le professeur Jean-Marc Steyaert, Laboratoire d'Informatique (LIX), École Polytechnique (Président du conseil scientifique).

Il se réunit une à deux fois par an.

Contacts DRDI

- Directeur de la Recherche et du Développement Industriel

Eric Filiol.

ESIEA, 38 rue des Dr Calmette et Guérin, 53000 Laval

Email : filiol@esiea.fr

Tél : +33(0)2 43 59 46 09

Fax : +33(0)2 43 59 46 02

- Pôle Art et Recherche NUMérique (ARNUM)

ESIEA - ARNUM, 9 rue Vésale, 75005 Paris

Claire Leroux.

Email : leroux@esiea.fr

- Pôle Acquisition et Traitement des Images et des Signaux (ATIS)

ESIEA - ATIS, 9 rue Vésale, 75005 Paris

Laurent Beaudoin

Email : beaudoin@esiea.fr

- Laboratoire de Cryptologie et Virologie Opérationnelles ($C + V$)^O

ESIEA - ($C + V$)^O, 38 rue des Dr Calmette et Guérin, 53000 Laval

Eric Filiol

Email : filiol@esiea-ouest.fr

- Pôle Réalité Virtuelle et Systèmes Embarqués (RVSE)

ESIEA - RVSE, 38 rue des Dr Calmette et Guérin, 53000 Laval

Jean-Louis Dautin.

Email : dautin@esiea-ouest.fr

Pôle Art et Recherche NUMérique (ARNUM)

Présentation du pôle ARNUM

On parle à juste titre d'« art de l'ingénieur » pour désigner à la fois son aptitude à concevoir et le champ de ses réalisations. Or ce champ s'élargit sans cesse : acteur-clé de la communication, du multimédia, de la protection des données, l'ingénieur répond aujourd'hui aux demandes exponentielles de secteurs tout à fait nouveaux, comme le monde culturel en particulier. Mais alors que le dialogue art-science connaît une actualité spectaculaire, il n'existe pratiquement pas de lieux d'interface entre ces univers. C'est la raison d'être d'ARNUM au sein de l'ESIEA.

Le pôle ARNUM[©] (*Art et Recherche Numérique*) offre d'abord aux étudiants de l'ESIEA un espace d'exercice théorique et pratique pour développer leurs qualités imaginatives et créatives. L'enseignement culturel qui y est dispensé les entraîne à mettre en perspective l'étude des mutations technologiques et des productions mobilisant l'informatique. Attaché à la formation humaine, ARNUM vise aussi à développer l'ouverture d'esprit, l'étude des mécanismes de la création et la capacité de modélisation. Convaincu de l'intérêt d'une fertilisation croisée des apports, le pôle ARNUM propose sa collaboration technique à ses partenaires - institutions culturelles et artistes - et favorise le dialogue constructif entre « hommes de l'art » au sens le plus complet du terme.

Composition du pôle ARNUM

- Directrice du pôle ARNUM

Claire Leroux

Email : leroux@esiea.fr

Tél : +33(0)1 43 90 21 43

Fax : +33(0)1 55 43 23 22

Site web : <http://professeurs.esiea.fr/leroux/>

Claire Leroux – enseignant-chercheur en formation humaine à l'ESIEA – est docteur de la Sorbonne en Sciences de l'Art. Elle y a enseigné l'infographie et la PAO avant de devenir enseignant-chercheur à l'ESIEA (Ecole Supérieure d'Informatique, Electronique, Automatique) en 2003. Spécialisée dans les rapports arts et sciences, elle crée à l'ESIEA en 2007 le pôle ARNUM, où se réunissent artistes, responsables d'institutions culturelles et scientifiques. Membre de l'Association Internationale des Critiques d'Art (AICA), elle réalise depuis 2007 des missions pour le Musée d'Art Contemporain du Val de Marne. Parallèlement, elle

enseigne l'infographie en licence d'arts plastiques à l'Université Paris I, Panthéon-Sorbonne.

- Enseignant-chercheurs

- **Pierre Schott** : enseignant-chercheur en physique à l'ESIEA.

Email : schott@esiea.fr

Après son diplôme d'ingénieur télécommunications aérospatiales (ESME Sudria, Paris, 1996), Pierre Schott s'est orienté vers l'enseignement et la recherche. Docteur en électromagnétisme – conformation d'antennes à base de la théorie des rayons plongée dans C^3 et des faisceaux gaussiens – à l'université Paul Sabatier de Toulouse, il enseigna successivement à la Marine Nationale et à l'école Polytechnique de l'Université de Nantes (EPUN) où il prolongea ses recherches sur la réflectivité de la mer grâce à un code de lancer de rayons électromagnétiques en suivant ses rayons lors de réflexions multiples. Depuis 2004, il enseigne la physique (mécanique et électronique) à l'ESIEA. Ses recherches actuelles portent sur la didactique des sciences dans le supérieur.

- **Christophe Bruno** : net-artiste ; chercheur associé au pôle ARNUM de l'ESIEA.

Email : christophe.bruno@esiea.fr

Sites web :

- <http://www.christophebruno.com/>
- <http://www.iterature.com/>
- <http://www.cosmolalia.com/>
- <http://www.unbehagen.com/>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Christophe_Bruno

Christophe Bruno vit et travaille à Paris. Il a démarré son activité artistique en septembre 2001. Son œuvre polymorphe (installations, performances, travaux conceptuels. . .) propose une réflexion critique sur les phénomènes de réseau et de globalisation dans les champs du langage et de l'image.

Son travail a été présenté internationalement dans de nombreux festivals, musées, galeries et foires d'art contemporain en Europe, en Asie et aux Etats-Unis. Il a également été commissaire, en collaboration avec Danièle Balit, de l'exposition *Second Night* produite par la Mairie de Paris, qui se déroulait sur *Second Life* et à l'Hôtel d'Albret lors de la *Nuit Blanche 2007*. De formation scientifique (École Centrale de Paris, thèse de doctorat en physique théorique et quelques années de recherche post-doctorale à l'Université d'Oxford et à l'Université de Berne), il partage aujourd'hui son temps entre son activité artistique, curatoriale, enseignement, conférences et publications. Depuis octobre 2013, il enseigne à l'École Supérieure d'Art d'Avignon et participe notamment à la ligne de recherche P.A.M.A.L : *Preservation and Archaeology of Media Art Lab*.

Prix/Bourses :

- Lauréat du Prix ARCO nouveaux media 2007 de la Foire d'art contemporain de Madrid.
- Lauréat du *Share Festival 2007*, Torino.
- DICREAM (CNC-Ministère de la Culture et de la Communication), aide à la production, 2006.
- CNAP (Centre National des Arts Plastiques), aide à la première exposition, 2006.

- DICREAM (CNC-Ministère de la Culture et de la Communication), aide à la maquette, 2004.
- Honorary Mention au Prix *Ars Electronica 2003*, Linz.
- **Anne Laforet** : théoricienne du net-art ; chercheur associé au pôle ARNUM de l'ESIEA.
Email : anne.laforet@esiea.fr
Sites web :
 - <http://www.sakasama.net/>
 - <http://sakasama.net/conservationnetart/these-fr.html>
 - <http://www.poptronics.fr/>
 - <http://www.arte.tv/fr/70.html/>

Anne Laforet est chercheur et critique d'art. Elle est docteur en sciences de l'information et de la communication (université d'Avignon). Sa thèse porte sur la conservation du net-art et sera publiée à l'automne 2010 aux éditions *Questions Théoriques (collection Lecture>Play)* sous le titre « *Le net-art au musée. Stratégies de conservation des œuvres en ligne* ». Elle est également l'auteur du rapport « *Net-art et institutions artistiques et muséales : problématiques et pratiques de la conservation* » pour la Délégation aux Arts Plastiques/Ministère de la Culture en 2004. Elle a présenté sa recherche en Europe et au Canada. Dans le cadre du projet européen inter-régional *Digital Art Conservation*, elle a réalisé une mission à l'Espace Multimédia Gantner sur sa collection d'art numérique, notamment sa documentation, et a été responsable scientifique, pour l'école supérieure des arts décoratifs de Strasbourg (pour laquelle elle enseigne depuis 2011), le colloque « *Digital art conservation : practical approaches* » en novembre 2011. Anne écrit sur l'art numérique et les cultures électroniques pour le site web d'*Arte*, *Poptronics*, *MCD* et d'autres.

- Ingénieur de recherche

- **Laurent Brun** : artiste, ingénieur de recherche associé au pôle ARNUM de l'ESIEA.
Email : laurent.brun@esiea.fr
Sites web : <http://www.madeinhl.com/>

Après une licence en physique fondamentale puis un diplôme d'ingénieur à l'ESIEA, Laurent Brun intègre un temps l'équipe de recherche d'un laboratoire d'anthropologie biologique. Il s'oriente ensuite vers l'univers du *game design*, intervenant à la fois à la conception graphique, à la programmation et au développement de divers jeux vidéos. En 2007, il s'associe à Helen Eastwood, designer, et décide de se consacrer à la réalisation d'objets et installations artistiques, éphémères ou pérennes. Ensemble, ils s'intéressent à la perception du temps et de la réalité sensorielle au travers d'installations lumineuses et interactives, conçues sur mesure, du circuit électronique de base au logiciel de contrôle et à la scénographie de l'ensemble. En 2008, ils participent à la Fête des Lumières à Lyon avec l'installation *SPOT - Square Pieces Of Time* et les « *Les grandes espérances* ». Depuis 2008, ils participent à *Paris Nuit Blanche*. Fort de ses compétences techniques de mise en lumière, Laurent Brun collabore avec divers artistes établis, dont Erik Samakh et Miguel Chevalier.

- **Tania Le Goff** : Artiste, ingénieur de recherche associée au pôle ARNUM de l'ESIEA.
Email : tania.legoff@esiea.fr
Site Web : <http://tanialehoff.com/>

Tania Le Goff est diplômée de SUPAERO avec une spécialisation en télécommunication spatiale (1998) et a obtenu une maîtrise en mathématiques de l'université Denis Diderot (Paris 7) en parallèle de son cursus d'ingénieur. À la suite de sa formation scientifique, elle travaille deux ans à Londres au développement d'un système de téléphonie mobile par satellites puis rejoint la France pour travailler dans la normalisation des systèmes de téléphonie mobile terrestre (3G puis 4G). Elle démarre son activité artistique en 2008 et suit les cours des ateliers des Beaux-Arts de la ville de Paris (Glacière, Atelier d'Olivier Di Pizio, 2008-2011). Son travail d'artiste s'appuie la plupart du temps sur des documents ou concepts scientifiques, qu'elle met à distance, et les fait basculer dans le monde du sensible pour en donner une « lecture poétique ». Ses interrogations actuelles portent sur les possibilités de représentations plastiques et visuelles de concepts – par exemple des cartographies – pour l'interprétation et la compréhension des données. Elle partage son temps entre son activité d'ingénieur et ses recherches et productions artistiques.

- Espoirs Recherche
 - Thomas Bejuit (4ème année ESIEA).
 - Loïc Billoët (4ème année ESIEA).
 - Emmanuelle Clayes (4ème année ESIEA).
 - François-Xavier Delassus (4ème année ESIEA).
 - Sylvain Prudhon (4ème année ESIEA).
- Site web du pôle ARNUM :
[http://www.esiea.fr/art-et-recherche-numerique-\(arnum\)-\(2157\).cm1](http://www.esiea.fr/art-et-recherche-numerique-(arnum)-(2157).cm1)
- Actualité : <http://professeurs.esiea.fr/leroux/>

Thèmes de recherche et compétences du pôle ARNUM

ARNUM est le pôle d'art-science de l'ESIEA, créé en 2007. L'année 2013 a été marquée par la forte implication d'ARNUM dans la réalisation d'œuvres pour deux grands événements internationaux de l'art contemporain : en mars, le festival *Vidéoformes* – manifestation internationale art vidéo et culture numérique à Clermont-Ferrand – et du 30 mai au 24 novembre, la 55ème Biennale internationale d'art de Venise, exposition « *Personal Structures – culture.mind.becoming* » au Palazzo Bembo. La réussite de ces collaborations a conforté ARNUM dans le choix de ses thématiques et dans le développement de ses compétences propres, maintenant reconnues dans le monde de l'art contemporain. Elles ont également permis un développement de la notoriété d'ARNUM ainsi que de celle de l'ESIEA.

La création artistique associant les technologies du numérique demeure le centre névralgique du pôle, qu'elle soit à l'initiative d'artistes, des chercheurs d'ARNUM ou d'étudiants. Ainsi, nous collaborerons en 2014 avec deux artistes de domaines différents : François Maurin (<http://www.theorganking.com/>) – auteur, compositeur et interprète de musique pop – et Olga Kisseleva (<http://www.kisseleva.org/>) – artiste du numérique à la renommée internationale. Cette exploration appliquée de la création artistique s'accompagne d'une recherche fondamentale sur les questions des relations art-science dans notre société contemporaine, de leur mise en œuvre dans les créations artistiques actuelles et dans leur pérennisation, mais aussi sur leur transmission (didactique des sciences par les arts). Avec l'arrivée de Tania Le Goff, nous approfondirons une thématique entamée cette année et dans laquelle se cristallisent les rapports art-science – l'esthétique de la carte – qui,

outre l'interprétation, nécessite une prise de distance d'avec les données, corpus constitués ou données disponibles sur le Web.

Le rapport d'activités d'ARNUM s'organise autour des thématiques suivantes :

- Créations artistiques.
 - *Proakis's Map* de Tania Le Goff.
 - *Prana 2013* de Laurent Brun et Hélène Eastwood.
- Collaborations avec des artistes
 - *XVII-VIXI*.
 - *Flux*.
 - *Before, Now and Then*.
- Relation Art-Science
 - Pérennisation du numérique dans l'art.
 - Introduction au Glitch-art.
 - Didactique des sciences par les arts – la magie.
- Activités scientifiques d'ARNUM.
- Projets et stages d'étudiants.

Créations artistiques

Proakis's Map de Tania Le Goff

Reponsable : Tania Le Goff.

Exposée au Salon Réalités Nouvelles à Paris en septembre 2013, *Proakis's Map* est une série de dessins de Tania Le Goff qui a le numérique comme source d'inspiration. Pour cette série, l'univers de référence de l'artiste est la théorie de John G. Proakis, *Digital Signal Processing*, une référence en traitement du signal. Tania Le Goff a choisi d'en extraire certains schémas et



Figure 1 – *Proakis's Map* de Tania Le Goff, 2013 – <http://tanialehoff.com/travaux/>

certaines groupes de mots pour les transformer en éléments d'une navigation cartographique. Elle joue sur le décodage/réencodage de données, en utilisant notamment le diagramme en treillis des codes convolutionnels. Les groupes de mots rebondissent et viennent se refléter sur la page – « the memory of the signal, surviving sequences, soft decision... » – se transformant en signes sur les cartes sensibles produites par son esprit créatif.

Prana 2013

Responsables : Laurent Brun et Hélène Eastwood.

Site web : <http://www.lnlo.net/prana-2013.html>

Le collectif *lnlo* expose une troisième itération de Prana, dans la galerie Vernet-Carron du 6 au 9 décembre 2013, pendant la Fête des Lumières de Lyon. Après avoir été ascendant dans l' glise Saint-Séverin lors de la Nuit Blanche 2011, caressant horizontalement les racines des arbres du jardin *Ditan Park*   l'occasion de *Switch on Beijing Light Festival* en 2012, le souffle vital de Prana se retrouve suspendu dans les airs, irradiant l'espace de la galerie Vernet-Carron de Lyon depuis la forme parfaite du cube. Quoi de plus normal pour une énergie cosmique (*Prana*) que de circuler partout, en tous sens et en tout. Prana 2013 est la première réalisation d'affichage de

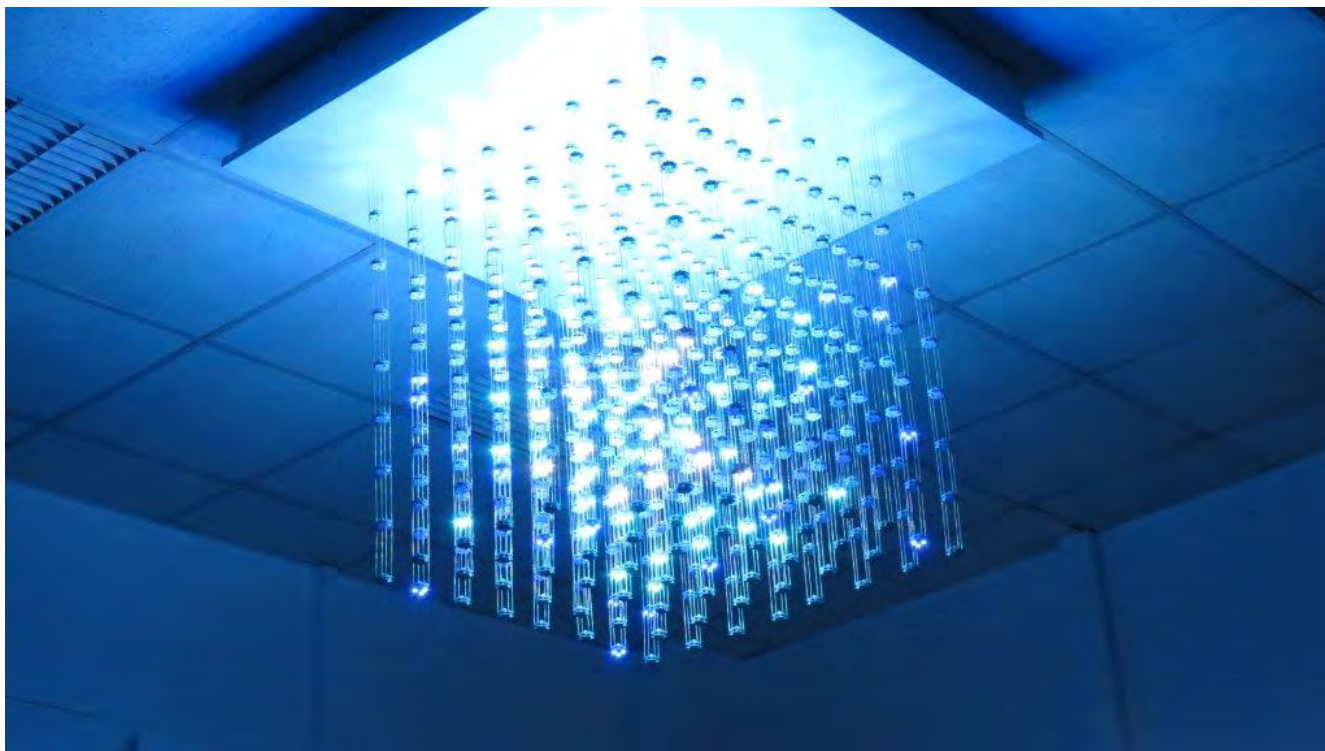


Figure 2 – *Prana 2013 par lnlo, galerie Vernet-Carron, Lyon, décembre 2013*

LEDs en 3 dimensions d'*lnlo*. S'il existe de nombreuses expérimentations de ce type de dispositif, aucune n'est si soignée dans la forme, ni si précise dans les animations lumineuses et audio, ni si pensée dans le message qu'elles véhiculent.

La partie électronique est toujours basée sur des technologies existantes, très directes même si elles sont relativement complexes à mettre en place. Les expérimentations des amateurs sont relativement simples et généralement « codées en dur ». Les animations des professionnels sont plus poussées mais le système est propriétaire donc ferm e, rendant la personnalisation impossible.

Réalisation électronique et logicielle

lnlo a choisi de réaliser un logiciel propriétaire générique permettant de contrôler tous les types de dispositifs LED qu'ils utilisent dans leurs installations. Leur principe est simple mais efficace :

créer autant de caméras que de plans de profondeur afin de limiter la perte d'informations et de reproduire le volume avec les plans 2D qui correspondent au dispositif physique. Il leur a donc été possible d'utiliser les technologies existantes d'affichage 2D sur plusieurs plans afin de produire un affichage 3D.

Pour répondre à chacun de leurs besoins, ils ont produit deux afficheurs 3D, correspondant à des volumes différents :

- l'un de faible dimension, avec une gestion des LEDs en parallèle, des signaux TTL, et une distance maximale de 10 cm entre la puce de contrôle et la LED ;
- l'autre de grande dimension avec une gestion des LEDs en série, des signaux RS495, et une distance maximale de 6m entre deux puces de contrôle.

Afficheurs TTL .- Ces puces de contrôle sont dédiées aux écrans LEDs, ce qui pose comme contrainte d'utilisation de gérer chacune 16 sorties différentes. L'afficheur étant RGB, il a donc fallu 3 puces pour gérer 16 LEDs RGB. Dans leur première expérimentation, ils ont voulu créer des plans de 8x8 LEDs, ce qui a nécessité 12 puces de contrôle qui prennent chacune 5 signaux en entrée, et 16 en sortie. La plus grosse difficulté fut de router la carte, tout en minimisant l'espace occupé par les pistes afin de ne pas occulter les plans qui se trouveraient derrière.

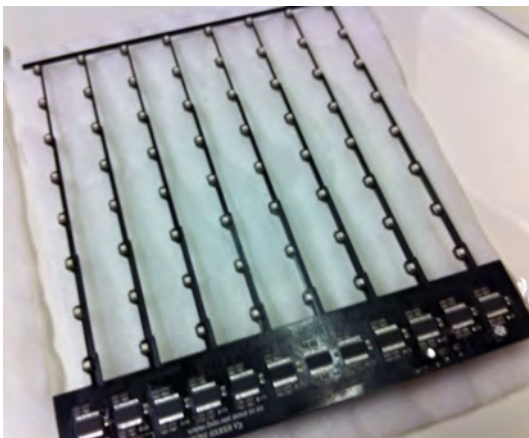


Figure 3 – Plan de 8x8 LEDs avec les 12 puces (à gauche) et Afficheur 3D TTL (à droite)

Afficheur Sériel .- Ces puces de contrôle sont dédiées aux rubans de LEDs avec des contraintes d'utilisation beaucoup plus légères : 2 signaux en entrée, et 3 en sortie, ce qui rend le routage beaucoup plus aisé. Les LEDs sont distantes de 10 cm et peuvent s'étendre sur plusieurs mètres. La difficulté a résidé dans le rendu, qui n'était pas satisfaisant dans la première version avec des nappes qui brouillaient l'affichage. Il a fallu créer des modules connectables indépendants en tiges

d'acier pour transmettre les signaux entre les puces et s'adapter aux dimensions de l'afficheur 3D. Du point de vue logiciel, Laurent Brun a écrit un module C++ pour *TouchDesigner* qui convertit

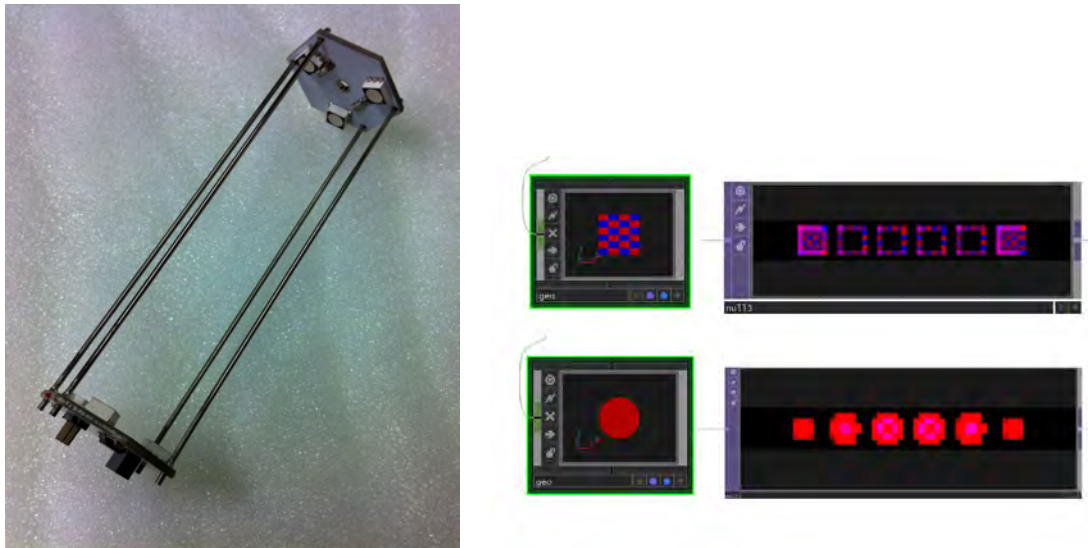


Figure 4 – *Module de LEDs, 2 pixels, 6 LEDs, avec connecteurs pour le relier à d'autres (à gauche) - Deux exemples de décomposition en plans d'objets 3D : un cube vide et une sphère pleine (à droite).*

l'univers 3D en différents plans 2D. Il lui a suffi ensuite de transmettre la série de plans au logiciel LED d'affichage classique en attribuant chaque plan 2D ainsi créé aux plans de LEDs.

Collaboration avec des artistes

XVII-VIXI

Responsables : Claire Leroux & Pierre Schott

Site web : <http://www.videoformes-fest.com/portraits-d-artistes/triny-prada/>

Installation interactive de Triny Prada – phase de finalisation avec Emmanuelle Claves, Thomas Bejuit et Loïc Billoët, Espoirs recherche. L'œuvre a été exposée au festival *Vidéoformes* du 20 mars au 7 avril 2013. *XVII-VIXI* est un livre poétique, intime et personnel composé de 5 planches dans des boîtes qui s'animent et s'illuminent quand on les ouvre. Il réfère à un univers aquatique, celui qui habite Triny Prada pendant les heures passées à nager dans la piscine de la rue de Pontoise et qu'elle retranscrit dans la cabine 17. Ensuite, chez elle, elle traduit les mots en matière et en formes. Et le cycle recommence.

Réalisation technique

Le principe technique repose sur cinq cartes *Raspberry pi*, une par boîte, reliées entre elles par une connexion *Xbee*. La séquence commence par la détection de l'utilisateur avec des capteurs infra-rouge. La *Raspberry* envoie les séquences lumineuses et motorisées, ainsi que l'ordre de mise en marche de la boîte suivante. Tout au long du parcours, une voix guide le lecteur dans ses gestes

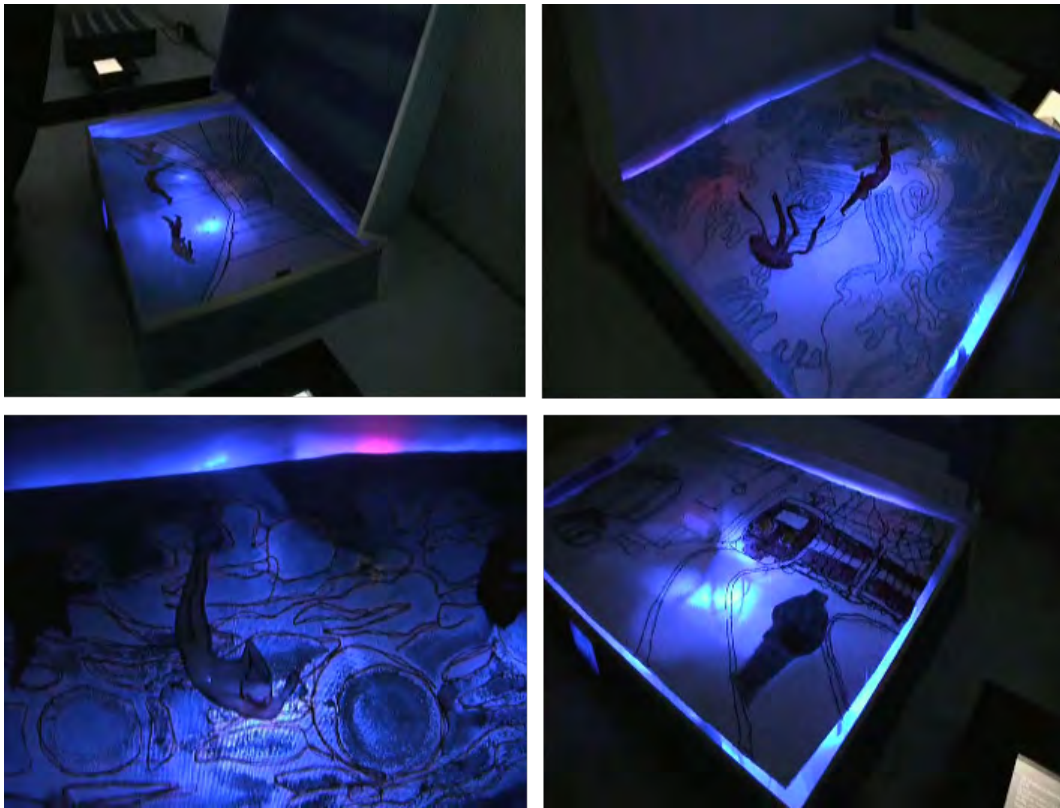


Figure 5 – XVII-XIVI, Triny Prada, réalisation technique ARNUM, festival Vidéoformes, mars-avril 2013

et mouvements. Les détails techniques sont décrits dans le rapport ARNUM 2012. Les animations physiques, lumineuses et le programme sonore ont été réalisés *a posteriori* du dernier rapport.

- **Système d'animation des éléments.**- Le dispositif d'animation se situe en double fond. Le servomoteur se contrôle depuis les GPIO du *Raspberry*. Pour que le système soit invisible, du fil de magie relie les éléments moteurs (pales d'hélicoptères, baguettes...) aux créatures de papier.

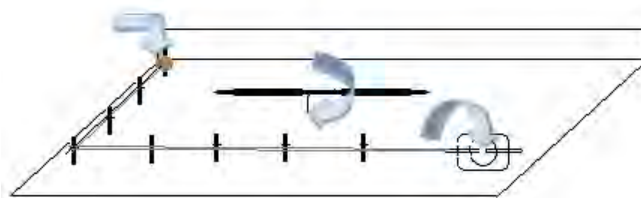


Figure 6 – Motorisation des nageuses de la planche 3

- **Éclairage.**- Les planches sont illuminées par-dessous avec des bandes de LEDs, alimentées par une tension de 5 volts. Il a fallu optimiser le nombre de LEDs avec la puissance fournie par le *Raspberry pi* pour une bonne luminosité : 15 LEDs en parallèle avec une résistance de 47 kOhm pour chaque.
- **Programmation audio.**- Après de nombreux tests sur la *Raspberry pi*, le logiciel open

source « mpg321 » a été choisi car il correspondait au cahier des charges.

Flux

Responsable : Laurent Brun.

Site web : <http://www.lnlo.net/flux-paris-east-railway-station.html>

Cette installation de Stéphane Perraud a été conçue et réalisée techniquement par Laurent Brun à l'occasion de la rénovation de la rosace Alsace de la Gare de l'EST (commande de la SNCF). L'installation *Flux* permet de visualiser en temps réel les flux de passagers entrant et sortant de



Figure 7 – *Flux*, installation de Stéphane Perraud. Conception et réalisation technique par Laurent Brun et Hélène Eastwood (lnlo). En fonctionnement à la Gare de l'Est/SNCF du 15 décembre 2012 au 5 Avril 2013.

la gare. Stéphane Perraud et Laurent Brun ont disposé une série de points lumineux sur toute la rosace, déclenchés par l'entrée de chaque voyageur en gare et éteints par leur sortie.

Réalisation électronique et logicielle

Pour répondre aux exigences techniques et artistiques, cette installation *in situ* a été conçue sur mesure. Laurent Brun a donc dû créer des points lumineux, double faces, RGB et contrôlables en temps réel. Après avoir dessiné avec Hélène Eastwood un PCB basé sur la puce de gestion de LEDs WS2810, et positionné uniformément les 108 LED RGB (54 par face) sur la surface de la rosace, il a fallu rajouter des condensateurs pour lisser le bruit généré par les LEDs qui perturbait la réception et le décodage du signal par les puces.

Le court délai de réalisation a poussé Laurent Brun vers les outils de prototypage rapide, en particulier vers le logiciel *TouchDesigner* qui permet de réaliser rapidement, via des modules graphiques, des prototypes de logiciels et de coder en C++/GLSL ses propres modules. Le logiciel réalisé est basé sur des statistiques fournies heure par heure par la SNCF ; les fichiers descriptifs ont donc été configurés sur la base d'une journée.

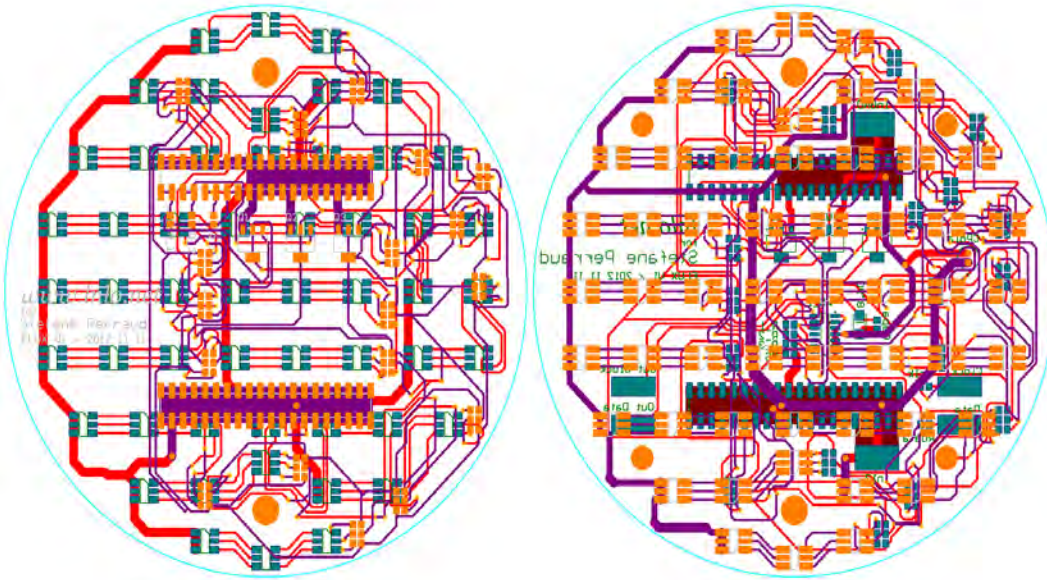


Figure 8 – Circuit imprimé recto et verso de Flux. Design par Laurent Brun.

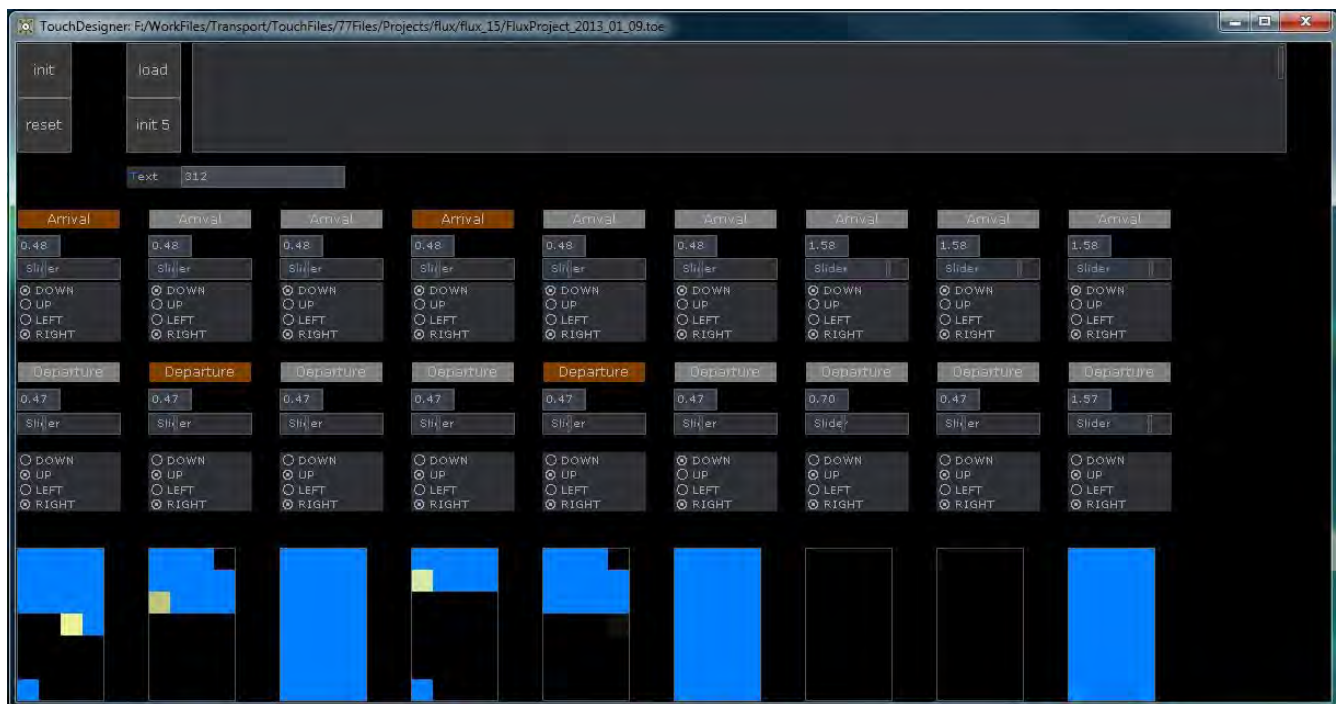


Figure 9 – Interface de rendu. Chacun des 9 rectangles représente un pétale de la rosace. Chaque pétale étant composé de 4×7 points LEDs.

À l'ouverture de la gare (4h), le logiciel charge le fichier descriptif de la journée et l'exécute jusqu'à 2h du matin suivant, où l'installation s'éteint. Ces fichiers permettent de configurer complètement l'installation en termes de vitesse d'allumage, d'extinction, de couleurs de pétale utilisé, de sens de progression...

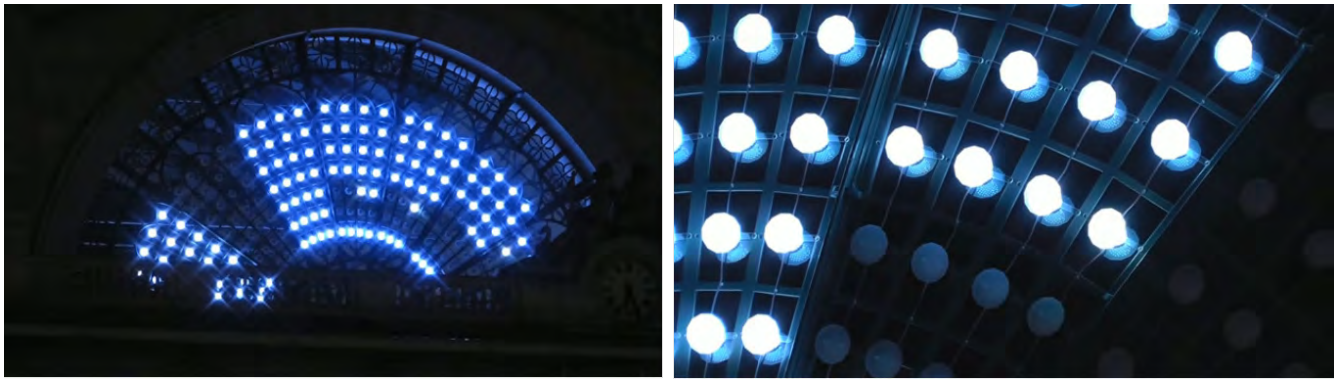


Figure 10 – *Flux - vues de nuit*

Before, Now and Then



Responsable : Claire Leroux.

La réalisation technique de cette œuvre est une commande de l'artiste Triny Prada pour sa participation à la 55ème Biennale internationale d'art de Venise, avec un accrochage permanent dans l'exposition « *Personal Structures – Culture. Mind. Becoming* » au Palazzo Bembo du 30 mai au 24 novembre 2013. Loïc Billoët, Thomas Bejuit et Emmanuelle Clayes, trois étudiants de master 1 sous statut espoir recherche, ont réalisé techniquement l'œuvre, depuis la conception du système d'éclairage, de sonorisation et de motorisation jusqu'à la réalisation des cadres qui accueillent les éléments techniques.

Principe artistique

Comme souvent dans son travail, Triny Prada interpelle le spectateur sur des questions d'écologie. « *Souviens-toi d'où tu viens – de la mer primitive* », dit le premier panneau *Before*. « *Regarde le fourmillement de vie et d'activité et dans lequel tu vis - Now. Maîtrises-tu les conséquences de ce que tu as créé? Quelle luminosité aura le futur de ta planète? Then* ». Vitalité du cycle, choix des couleurs, intensité lumineuse et bande son concourent à plonger le spectateur dans chacun des trois univers temporels.

Réalisation technique

Le cahier des charges était simple et en même temps difficile à réaliser dans le temps imparti de 2,5 mois, car de nombreuses tests dépendaient de la partie création à la charge de l'artiste et devaient être réalisés en commun. L'œuvre devait être *Plug and play* et suffisamment robuste pour supporter 6 mois de fonctionnement pendant 8h/jour, 6 jours/7. Interactive, elle réagit à la présence du spectateur en déclenchant des séquences lumineuses et sonores. La ventilation doit



Figure 11 – *Before, Now, Then, Triny Prada, 2013. Techniques mixtes.*

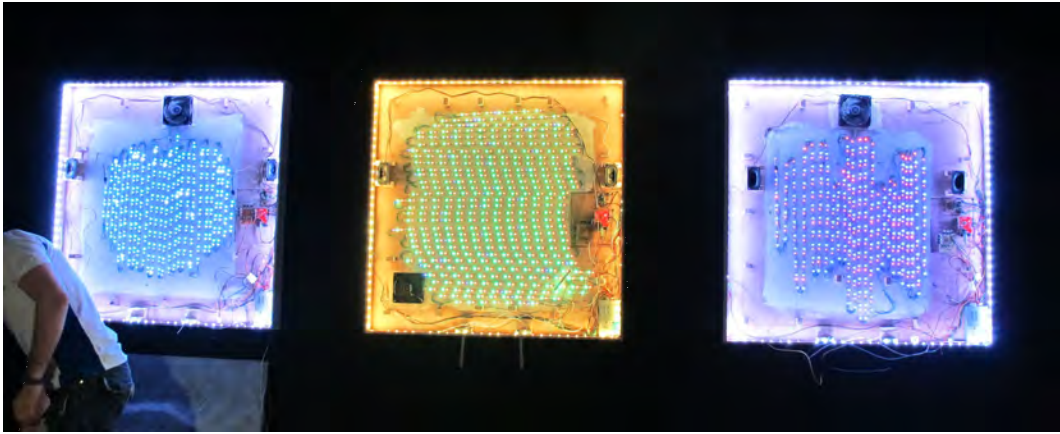


Figure 12 – *Tests de luminosité et de couleur dans l'espace d'exposition*

être complètement silencieuse pour ne pas parasiter le son. De qualité « musée », l'œuvre doit présenter un aspect professionnel, sans aucun élément mécanique ni électronique visible. Chacun des panneaux est indépendant pour pouvoir être séparé des autres. La maintenance électronique s'effectue par une trappe postérieure.

La plus grosse contrainte fut le budget, excessivement serré pour une telle réalisation. Après de nombreux tests et recueil de conseils auprès de Laurent Brun et de Yann Guidon, le choix s'est porté sur une technologie fiable et robuste, l'arduino, le capteur de mouvements PIE Sensor module memo SE-10, des LEDs programmables 5050, un ventilateur silencieux OD1225 Series. Afin d'assurer sa pérennité, l'œuvre a fait l'objet de nombreuses documentations :

- une notice technique pour l'espace d'exposition (mise en route et FAQ) ;
- documentation explicative du code Arduino ;
- les fiches techniques de chacun des composants (LEDs, transistors, enceintes, ventilateurs, capteurs...) ;
- schémas électriques et électronique avec puissance d'alimentation ;
- le mode d'emploi des branchements ;

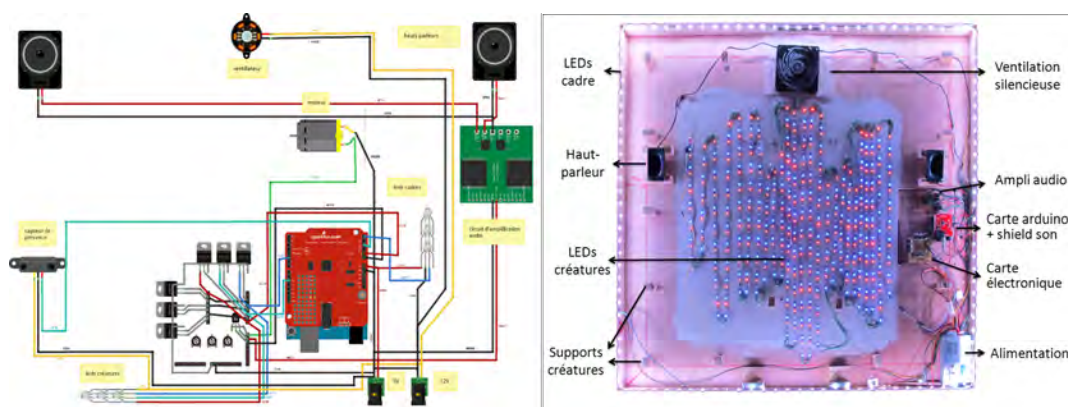


Figure 13 – Schéma électrique et électronique et réalisation

- le code et le mode d'emploi pour modifier la couleur et les animations.

Relation Art-science

Pérennisation du numérique dans l'art

Le travail sur cette thématique s'est focalisé cette année sur l'application des préconisations pressenties les années précédentes à l'œuvre de Triny Prada *Before, Now and Then*, et notamment en ce qui concerne la documentation précise de l'œuvre et du code informatique. L'objectif de 2014 est de trouver une formulation plus générique de ces préconisations et de les proposer aux institutions culturelles et aux artistes dans un module de formation.

Didactique des sciences par les arts – la magie

Responsable : Pierre Schott

Le système éducatif français, qui prône un enseignement disciplinaire cloisonné, se heurte à la réalité de ses applications tant dans l'enseignement que dans le monde professionnel. En effet, il est exceptionnel de trouver une application qui ne requiert qu'une seule discipline depuis sa conception jusqu'à sa réalisation. Le développement des TICE continue de creuser cet écart. Cet axe de recherche, initié et dirigé par Pierre Schott, propose de réconcilier des spécialités, qu'elles proviennent des sciences ou des humanités. Ainsi, à l'image d'ARNUM, il ne s'attache pas à une discipline particulière mais se propose de penser la didactique des sciences de manière originale, par le biais des arts, et en particulier de la magie.

Depuis quatre années maintenant, la magie a été le biais choisi pour découvrir, approfondir et enseigner des matières scientifiques comme la physique (optique géométrique et ondulatoire), les mathématiques (idempotence, résolution d'équations et orbite dans les groupes cycliques), une initiation à la rétro-ingénierie, l'électronique numérique ainsi que l'informatique (voir rapports ARNUM depuis 2010). En 2013, outre les mathématiques, la recherche s'est portée sur une introduction à la cryptanalyse : des étudiants de L2 ont développé un code sous *Matlab* permettant de représenter un message alphanumérique grâce à des cartes à jouer, puis de chiffrer ce message à l'aide d'un des mélanges utilisés en magie, et enfin de le décrypter par le même mélange pour retrouver le message initial. Cette expertise sur la didactique des sciences par la magie a été reconnue

cette année encore par une publication et une participation dans une conférence internationale de sciences de l'éducation : *International Conference of Education, Research and Innovation*. L'année 2014 verra l'introduction de la méthode *Montessori* par la création de matériel pédagogique adapté aux études secondaires et supérieures.

ARNUM
ESIEA—9 rue Vésale—75005 PARIS

TEACHING THE PROPERTIES OF FUNCTIONS THROUGH A MAGIC TRICK

schott@esiea.fr **Pierre SCHOTT**

MATHEMATICS MODEL THANKS TO 1 AND 2 VARIABLES FUNCTIONS

Recursive informatics program

Riffle shuffle

FARO (perfect shuffle)

Random Function BIJECTION Deterministic function

THE SELF-WORKING CARD TRICK

WHY USE MAGIC FOR TEACHING ?

- It surprises the class and arouses the curiosity of the students
- Trying to understand a trick by yourself requires concentration and attentiveness
- The lesson begins quicker than usual : "today we are going to do a little magic"
- The fun aspect of the presentation means it will be memorized more easily and for longer.
- A spectacular example will interest even the student who shows the greatest aversion to calculus or mathematics, and the ensuing lessons will benefit from this.
- The student who is convinced that (s)he doesn't understand anything to do with Maths and therefore makes no effort, will be shown that (s)he is wrong and that (s)he can improve (for secondary schooling).
- It shows the students that one can teach one subject and yet have other interests, even an art form.
- Whatever the student's professional ambitions, (s)he will be able to see the impact that originality and creativity have when combined with an interest in one's work.
- The pupils or students will go home knowing how to "perform" a magic trick for their family and friends, a trick that they will be able to explain and so enjoy a certain amount of success. Sharing a mathematical demonstration is not easy and being able to do so means having worked on it, understanding the problem and being capable of explaining this knowledge. Isn't this the aim of all teaching?

It is not necessary for the teacher to be a magician.

Figure 14 – Présentation du poster *Teaching the Properties of Functions Through a Magic Trick* par Pierre Schott, ICERI 2013.

Introduction au Glitch-art

Responsable : Claire Leroux

Ce travail exploratoire a été confié à Sylvain Prudhon, Espoir Recherche. Il s'agissait pour lui de dresser un état de l'art le plus complet possible du *glitch art* – art de l'erreur provenant de la machine et non du software (bug) – et de le différencier d'avec des pratiques proches visuellement. Pour ce faire, Sylvain a réalisé des entretiens avec certains acteurs de cette pratique artistique : le psychanalyste et informaticien Vincent LE CORRE ainsi que les artistes Ant SCOTT, Nick BRIZ et Triny PRADA. Il a ensuite dû comprendre les différentes techniques de perte de données lors de la compression – compression artefact – les décrire pour les reproduire dans une production personnelle (un *glitch alike*). Le *databending* porte sur l'image. Il se reproduit en agissant sur le

code source de l'image. Le *datamoshing* porte sur la vidéo. Mise au point par Bernard Planes et



Figure 15 – *Datamoshing. Effet Wordpad*

Christian Jacquemin en 2006, cette technique consiste à supprimer certaines des images clés et de les combiner à d'autres provenant d'autres sources vidéo. Cette recherche a pour vocation à servir



Figure 16 – *Datamoshing – Codec divxprime*

de base pour une exploitation ultérieure : découvrir une autre technique ou création d'un autre codec de compression qui s'adapte aux dernières versions des systèmes d'exploitation.

Activités scientifiques diverses

Groupe de Recherche (GdR) ESARS (2013-2016)

Le groupe de recherche ESARS « esthétique, art et sciences » a été créé sous la direction de Zoï Kapoula (directrice de recherche au CNRS, groupe IRIS) et de Jean-Louis Lestocart (groupe IRIS, CRNS). La création du groupement de recherche (GDR) ESARS fait suite à un certain nombre d'actions entreprises pour structurer la recherche en France sur le thème « Esthétique, Arts et Sciences ». Cette démarche d'ouverture d'esprit, d'essence pluridisciplinaire, vise à classifier les positions esthétiques contemporaines et à dresser un paysage de la création artistique actuelle. Le scientifique y trouvera des problèmes artistiques susceptibles d'être soumis à l'expérimentation, l'homme d'art, professionnel ou amateur, des éléments de réflexion pour une approche empirique. Sections 27 et 07 du Comité National; sections secondaires : CID 42 et 4.

Sites web :

- http://tsi.revuesonline.com/gratuit/TSI32_3-4_11_chro_kapoula.pdf
 - http://hebergement.u-psud.fr/crea/media/Slides_AS_2012/gdr-esars-23mai-9juin.pdf
- Objectifs d'ici à 2016 :
- Création d'un Institut de Recherche Scientifique Transdisciplinaire sur l'esthétique et l'Art.
 - Organisation de la conférence internationale à Paris (*Empirical Aesthetics*).

Réalisations 2013-2014

- Journée neurosciences, esthétique et art, Université Paris Descartes le 28/09/13
- Séminaire double : *Squinting painters J.-M. Findley; A comparison of the perception and evaluation of paintings viewed in the original vs reproduction formats, P. Locher* – Université Paris Descartes, 23/10/13.
- Colloque Art du *biofeedback*, IMERA, Marseille, 13/12/2013.
- Publication « *Esthétique et complexité II : neurosciences, évolution, philosophie* » prévue pour le 1er semestre 2014.
- Workshop du comité scientifique au 1er semestre 2014.

Comités scientifiques

- Claire Leroux. Membre du comité de programme. Review d'articles pour la conférence *Virtual Reality International Conference (VRIC 2013)*, Symposium 5 : *interactive Art for Active Audience*, Laval Virtual, mars 2013, <http://www.laval-virtual.org/area-5>.
- Claire Leroux. Membre du comité scientifique du GdR ESARS.

Publications et productions du pôle ARNUM

Livres ou chapitres d'ouvrages

- Claire Leroux. « Triny Prada ». In *Personal Structures – Culture – Mind – Becoming*, 1er catalogue de l'exposition, 55ème Biennale internationale d'art, Venise, *Global Art Affairs Foundation*, mai 2013. Traduction par Peter Wilson, <http://www.palazzobembo.org/>
- Claire Leroux. « Before, Now and Then – Triny Prada ». In *Personal Structures – Culture – Mind – Becoming*, 2ème catalogue de l'exposition, 55ème Biennale internationale d'art, Venise, *Global Art Affairs Foundation*, octobre 2013. Traduction par Peter Wilson, <http://www.globalartaffairs.org/books/2013VENICEBIENNALESECONDCATALOGUE.pdf>

Revue internationale à comité de lecture

- Claire Leroux. « ARNUM, art et recherche numérique ». In *Art et Informatique, Techniques et Sciences Informatiques*, Paris, Lavoisier, Vol. 32/3-4 2013, pp. 523-526, <http://tsi.revuesonline.com/article.jsp?articleId=18477>

Résumé : *ARNUM est le laboratoire d'art-science de l'ESIEA, créé en 2007 par Claire Leroux. Ces cinq premières années d'activité ont été exploratoires, couvrant assez largement la création contemporaine numérique et les problématiques qui lui sont associées. ARNUM se situe dorénavant à un stade où ses compétences dans ses thématiques de prédilection sont reconnues (expertises, contrats, formations professionnelles, comités scientifiques). La création artistique associant les technologies du numérique est le centre névralgique du laboratoire, qu'elle soit à l'initiative d'artistes extérieurs ou de chercheurs d'ARNUM. Elle s'accompagne d'une recherche fondamentale sur les questions des relations art-science dans notre société contemporaine, de leur mise en œuvre dans la didactique et dans la pérennisation des créations artistiques actuelles, en particulier sur le net. Fruit à la fois de l'engagement des*

membres du pôle (chercheurs et étudiants) et de la collaboration directe avec des artistes, la diversité des champs de création assure une plateforme aux projets créatifs.

Revue nationale à comité de lecture

- Aimé Lachal et Pierre Schott. « Cartomagie : principes de Gilbreath (III) – Diverses démonstrations », *Quadrature*, janvier 2013, No. 87, <http://mathematiques.quadrature.info/blog/revue-quadrature/>

Résumé : *Les principes magiques de Gilbreath permettent, à partir d'un jeu de cartes préalablement classé de garder, après un mélange américain, ses propriétés de classement par bloc de cartes mais de façon éventuellement désordonnée (les cartes d'un même bloc n'étant plus dans l'ordre du classement initial). De telles propriétés permettent de voir se réaliser des prédictions malgré un vrai mélange ! Nous avons proposé dans deux volets parus dans les numéros précédents de Quadrature un calcul de dénombrement des mélanges américains possibles ainsi que plusieurs tours de magie reposant sur les principes magiques de Gilbreath. Dans ce dernier volet, nous fournissons les démonstrations détaillées de chacun de ces principes.*

- Claire Leroux. « L'homme, enfant du désordre des mondes machiniques parfaits ». In *Jules Verne, sciences, crises et utopies*, Nantes, librairie Coiffard Edition, 2013, <http://revuejulesverne.over-blog.com/article-parution-des-actes-des-4emes-rencontres-jules-verne-118289858.html>

Résumé : *La littérature d'anticipation met en scène des utopies dans lesquelles le progrès technologique a un rôle central. Avec Jules Verne se développe la figure de l'ingénieur maître du monde. Ce personnage assied sa réputation et la confiance qu'on lui témoigne sur sa maîtrise de la machine. La plupart des utopies d'anticipation fait référence à cette entité scientifique fondatrice. C'est la raison pour laquelle l'organisation, le fonctionnement ou l'attrait des sociétés isolationnistes imaginées repose toujours sur des technologies très avancées. Celles-ci fascinent par l'étendue des possibles qu'elles ouvrent et par le pouvoir qui y est associé. Dans la droite ligne de la modernité, toutes ces utopies technologiques offrent une apparente maîtrise et possession de la nature. Même la nature humaine individualiste et libre est domptée pour un bonheur collectif sans tache. La dystopie est dévoilée lorsque le personnage principal se rend compte qu'il n'a aucune maîtrise sur son environnement, plus de libre arbitre, qu'il est au contraire maîtrisé et que son existence lui échappe. Les utopies d'anticipation sont le terrain d'expérimentation d'une forme originale de dialogue homme-machine, la plupart du temps ancré dans la vision moderne du progrès technologique vu leur période d'écriture, une vision qui s'ancre naturellement dans un dialogue art-science.*

Expositions internationales avec comité de sélection

- Triny Prada. *XVII-XIVI*. Festival Vidéoformes, Clermont-Ferrand, 20 mars-7 avril 2013, <http://www.videoformes-fest.com/portraits-d-artistes/triny-prada/>
- Christophe Bruno. *His Master's Voice*. HMKV, Dortmund, 22 mars-28 juillet 2013. Curated by Inke Arns, http://www.hmkv.de/_en/programm/programmpunkte/2013/Ausstellungen/

2013_His_Masters_Voice.php

- Tania Le Goff. *Poakis's Map*. Salon « Réalités Nouvelles », Vincennes, 21-29 septembre 2013, <http://www.realitesnouvelles.org/exposants/tous.php?id=1010&artiste=le-goff-tania>
- Christophe Bruno. *Information Tragedy*, « Show-Off Paris – the digital art fair », 21-23 octobre 2013, en collaboration avec Cécile Noguès, <http://www.mediaartdesign.net/pdf/show0ff.pdf>
- Tania Le Goff, Olivier Di Pizio. *Dojo's Particles*. Biennale « la science de l'art », Essonne, 4 nov.-20 déc. 2013, <http://www.lasciencedelart.info/>

Conférences et articles invités (niveau international)

- Christophe Bruno. *Cartographie de l'invisible – art, réseau, big data*, Conférences et commissariat des journées d'études à la BNF et à la Gaîté Lyrique, dans le cadre des journées d'études « net art » organisées par Marie Saladin. Vidéo de la table ronde de la gaité Lyrique : <http://www.gaite-lyrique.net/gaitelive/captation/cartographies-de-l-invisible-revoir-l-emission-en->

Résumé : *Comment lire un million de pages de mangas en un seul coup d'œil ? Comment déconstruire nos catégories culturelles et artistiques grâce à la visualisation des big data ? Comment représenter l'information sur le réseau ? Comment naviguer dans les paysages de données ? Archiver, comptabiliser et cartographier nos désirs les plus intimes sont autant de rouages de l'économie à l'ère des réseaux. Derrière l'accumulation massive d'information et de signes découlant de cette activité, peut-on déceler des structures « à grande échelle » qui révéleraient un envers du décor, des formes récurrentes invisibles à l'œil nu qui annonceraient une météorologie du discours ? Ces journées d'études, destinées à un public non spécialiste, artistes, théoriciens, scientifiques, viennent éclairer ce qui se joue au cœur de ces mécanismes. Plus précisément, il s'agit, tout en gardant une distance critique, de tenter de comprendre comment l'art, la littérature, l'esthétique et le politique peuvent s'en trouver transformés.*

- Claire Leroux. *Modération de l'après-midi Cartographie de l'invisible*. Journée d'études Net-Art, Bibliothèque nationale de France, 19 avril 2013, http://www.bnf.fr/fr/evenements_et_culture/anx_auditoriums/f.net_arts.html
- Claire Leroux. *Quel futur pour l'art numérique ?*, 3ème Festival d'Histoire de l'Art de Fontainebleau, 1er juin 2013, <http://festivaldelhistoiredelart.com/programmes/quel-futur-pour-lart-numerique/>

Résumé : *Le numérique est présent dans la totalité de la création contemporaine, à différents niveaux. Qu'il intervienne superficiellement dans le travail de la photo, de la vidéo, de l'animation, ou des supports de sauvegarde, plus profondément dans la programmation d'éléments permettant de jouer l'œuvre ou dans son essence-même pour interagir avec le public, pour générer automatiquement le rendu, pour donner à l'œuvre une vie autonome, la question de sa pérennisation se pose à court terme (moins de dix ans). Cette communication présente les résultats de trois expériences de pérennisation d'œuvres numériques menées depuis 2010 au*

sein du laboratoire ARNUM de l'ESIEA.

- Claire Leroux. *Vers une convergence des regards*. Journée « Neurosciences, esthétique et complexité », Université Paris-Descartes 28 septembre 2013, <http://www.math.jussieu.fr/~allouche/arts-sciences2013/journee28-9-2013.html>

Résumé : *On parle souvent du regard de l'artiste. Il s'agit surtout d'une vision d'un monde. Sur elle, se porte le regard de la réception - essentiellement critique - en quête de compréhension et d'émotion. À Mon intervention a porté sur la nature et les effets du regard que porte celui qui co-réalise une création artistique. Il est dans une situation de réception d'une intention et il doit transposer le désir de l'artiste en spécifications. L'exposé s'appuyait sur les expériences réalisées au laboratoire ARNUM de l'ESIEA.*

Conférences et articles invités (niveau national)

- Christophe Bruno. *Exposer en ligne*. Table ronde au Festival (É)mergences Lux-Scène nationale de Valence. 24 janvier 2013, <http://www.lux-valence.com/media/wywh-dossier-presse.pdf>
- Christophe Bruno. *Web, web archivé et création artistique*. Ateliers-DLW, Institut National de l'Audiovisuel, invité par Louise Merzeau. 22 février 2013, <http://atelier-dlweb.fr/blog/?p=964>
- Claire Leroux. *De l'art cybernétique au living-art*. Le Cube – Art 3000, Issy-les-Moulineaux. Séminaire professionnel « Introduction au living art », 28 mai et 5 novembre 2013, http://www.lesiteducube.com/fr/introduction-au-living-art_1741
- Christophe Bruno. *Postérité, devenir, oubli : l'œuvre du numérique*. Rencontres interdisciplinaires de l'IRCAM « Répliques Art-Science » (Ircam/Centre Pompidou/Sacem). Table ronde avec Nicolas Bourriaud, Christophe Bruno, Jean-Baptiste Clais, Radu Mihaileanu. Rencontres organisées par l'Ircam-Centre Pompidou et la Sacem. Avec le soutien du département de la recherche, de l'enseignement supérieur et de la technologie (DREST) du ministère de la Culture et de la Communication et de l'université Pierre et Marie Curie. 12 juin 2013, <http://manifeste2013.ircam.fr/wp-content/uploads/2013/06/ras1.pdf>

Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- Pierre Schott. *Teaching the Properties of Functions Through a Magic Trick*. Third International Conference of Education, Research and Innovation 2013, Séville, 18-20 novembre 2013, pp.6079–6086, <http://iaterd.org/iceri2013/>

Résumé : *In this article, I present a magic card trick, based on the mathematics – so named self-working card trick. By following step by step the card trick, I introduce alternately the 1-variable injective function, the 2-variables function, the binary 1-variable function, the composition of 1-variable function, the 1-variable function defined as the 2-variables functions composition and endly the 1-variable bijective function named also permutation. The complete demonstration of the self-working card trick is not presented here but all the demonstration elements are presented. In a classroom, I would present first of all the magic trick then I would present the mathematical notions with an increasing difficulty and not following the card trick.*

Concours et prix

- Tania Le Goff. Prix de lacritique.org. Salon « Réalités Nouvelles », septembre 2013, <http://www.lacritique.org/article-les-nouvelles-cartographies-de-tania-legoff>

Le pôle ARNUM dans les médias

- Catalogue du 28ème festival international Vidéoformes : art vidéo et culture numérique, Clermont-Ferrand, pp. 96-97, mars 2013, http://ledamier-auvergne.com/wp-content/uploads/2012/04/PROGRAMME_VDF_2013.pdf
- Chroniques de la Bibliothèque nationale de France, « Net art : cartographie de l'invisible », entretien croisé de Christophe Bruno et Marie Saladin, co-organisateurs des journées d'étude éponymes. Numéro 66, avril-mai-juin 2013. p.16, http://multimedia.bnf.fr/chroniques/chroniques_66/indexPop.htm
- MCE TV – la chaîne étudiante. « ESIEA – le laboratoire Art et Recherche Numérique sélectionné à la Biennale de Venise », 5 juillet 2013, <http://mctv.fr/mon-mag-campus/0507-esiea-le-labo-art-et-recherche-numerique-selectionne-a-la-biennale-de-venise>
- Industrie mag.com. « Le laboratoire ARNUM (Art et Recherche Numérique) de l'école d'ingénieurs ESIEA sélectionné à la Biennale de Venise », 31 juillet 2013, <http://www.industrie-mag.com/article1966.html>
- Up-magazine : « Journée neurosciences, esthétique et complexité ». 21 septembre 2013, <http://www.up-magazine.info/index.php/actualites/evenements/1820-journee-neurosciences-esthetique-et-complexite>
- Le Monde.fr. « Journée neurosciences, esthétique et complexité ». 25 septembre 2013, <http://lary-stolosh.blog.lemonde.fr/tag/gdr-esars/>
- Reportage vidéo WAT.TV sur la réalisation technique de l'œuvre *Before, Now and Then*, de Triny Prada pour la 55ème Biennale internationale d'art de Venise. 13 Octobre 2013, http://www.wat.tv/video/etudiants-ingenieurs-esiea-6heg5_2ih15_.html
- Le point étudiants, « Le laboratoire ARNUM (Art et Recherche Numérique) de l'école d'ingénieurs ESIEA sélectionné à la Biennale de Venise », <http://www.lepointetudiants.net/lemag/?p=2971>

Pôle Acquisition et Traitement des Images et des Signaux (ATIS)

Présentation du pôle ATIS

Description générale du pôle ATIS

Le pôle Acquisition et Traitement des Images et des Signaux (ATIS) a un domaine de compétences qui s'étend du bas niveau (développement des moyens d'acquisition au niveau des capteur et des plateformes d'observation, traitements du signal associés) à la fourniture de données ou services à forte valeur ajoutée (reconstruction 3D ou cartographie thématique) le plus souvent en support au développement d'applications innovantes (comme la Réalité Terrain Augmentée ou l'audit de réseau social). La Recherche et Développement (R & D) entreprise au sein du pôle ATIS concerne plutôt des activités de recherche appliquée.

Enfin, il faut noter qu'en ouvrant très tôt dans la formation les portes du laboratoire aux étudiants curieux et volontaires, dans le cadre du programme « *Espoirs Recherche* », ATIS s'intègre dans la formation par la recherche. En effet, la formation de l'ESIEA se veut aussi très pratique et tournée vers la culture de l'opérationnel. Les étudiants ont dès la deuxième année de leur formation (L2) une activité de projet importante. Lorsque ces projets sont en connexion directe avec des activités de recherche du pôle, l'émulation générée par les enjeux permet d'envisager de nombreuses innovations pédagogiques.

Composition du pôle ATIS

Direction

- Directeur du pôle

Laurent Beaudoin

Email : beaudoin@esiea.fr

Tél : +33(0)1 55 43 23 17

Fax : +33(0)1 55 43 23 33

Docteur de l'École Nationale Supérieure des Télécom de Paris (aujourd'hui Télécom Paris-Tech), Laurent Beaudoin a travaillé pour une filiale spécialisée en R & D du groupe EADS. Il est enseignant-chercheur à l'ESIEA depuis 2001.

- Site web du pôle ATIS : <http://www.esiea.fr/acquisition-et-traitement-des-images-et-du-signal-%28atis%29-%282035%29.cm1>

- Adjoint du pôle

Antoine Gademer

Email : gademer@esiea.fr

Docteur de l'Université ParisEst Marne-la-Vallée, ingénieur ESIEA et titulaire du master *Systèmes d'Information Géographique*, Antoine Gademer a préparé et soutenu sa thèse dans le cadre d'une collaboration bipartite avec l'École Doctorale ICMS de l'Université ParisEst Marne-la-Vallée. Il est enseignant chercheur à l'ESIEA depuis 2010.

Équipe permanente

- Hubert Wassner : ingénieur ESIEA, Hubert a été ingénieur de recherche à l'Institut Dalle Molle d'Intelligence Artificielle Perceptive puis à Genset en bioinformatique. Il est enseignant chercheur à l'ESIEA depuis 2004.
Email : wassner@esiea.fr

Équipe non permanente

- **Loïca Avanthey** (Doctorant). Ingénieur ESIEA 2011, doctorante DGA depuis octobre 2012 en co-tutelle avec Télécom Paristech (financement à 100% par la Délégation Générale de l'Armement [DGA]). Ses travaux de doctorat porte sur *le mosaïquage de données 3D obtenues à partir de drones hétérogènes à l'interface air/eau*.
Email : loica.avanthey@gmail.com
- Ressources externes au laboratoire. Celles-ci peuvent être soit des experts externes à l'ESIEA, soit internes. Parmi celles-ci, on distingue :
 - Les espoirs recherche. Ce sont les étudiants sélectionnés par le laboratoire pour leurs compétences et leur motivation à participer activement à la formation par la recherche. Concrètement, leur travail est évalué comme un module d'enseignement.
 - Les étudiants ESIEA volontaires peuvent dès L2 participer activement au développement du pôle. Cependant, les contributions les plus significatives proviennent des étudiants en M1 (via le Projet d'Application Industrielle et de Recherche) et M2 (stage de fin d'étude de 6 mois en moyenne).

Principaux travaux réalisés

Robots d'exploration

Pour accéder de manière autonome à l'information spatiale très haute résolution, ATIS s'est lancé dans la conception et la réalisation de robots d'exploration.

Drones volants

Un drone est, pour simplifier, un aéronef robotisé sans pilote pouvant réaliser de manière semi-automatique une mission de renseignement. Les drones sont classés selon leur taille et performances (endurance ou rayon d'action). Les drones développés dans le cadre du laboratoire entrent dans

la catégorie des micro-drones. Dans cette catégorie, il existe différentes familles : ceux qui sont à voilure tournante et ceux qui sont à voilure fixe.

La figure 17 illustre quelques uns des drones volants développés au laboratoire ATIS. Dans



Figure 17 – *Quelques prototypes de drones volants développés au laboratoire : Faucon Noir V1 (à gauche), Sparrow SP5 (au centre) et Aile Delt@ (à droite).*

la pratique, la réalisation d'un drone est particulièrement complexe, car elle fait appel à de très nombreux domaines d'expertise différents comme l'aéronautique, l'électronique et l'informatique embarquées, l'asservissement temps réel, la planification etc... Mais bien au delà du seul vecteur, notre expérience acquise nous montre l'importance de la maîtrise de l'ensemble du système : porteur, charge utile spécifique, station sol déployable et exploitable facilement, aide à la préparation et à la mise en œuvre sur le terrain et exploitation des données post-mission.

Pour des raisons de sécurisation des tests opérationnels, l'effort a surtout porté cette année sur le drone Sparrow, de type quadricoptère en utilisation intérieure. Un quadricoptère est, de manière simplifiée, une structure en forme de croix sur laquelle est placée à chaque extrémité une hélice motorisée à pas fixe. En introduisant une différence de vitesse de rotation sur chacun des moteurs de manière coordonnée, le quadricoptère est capable d'effectuer pratiquement toutes les manœuvres.

Contrairement au quadricoptère Faucon noir qui a été conçu pour une utilisation en extérieur (poids à vide de 1,5kg pour une envergure de $\sim 70cm$), Sparrow est prévu pour une utilisation en intérieur (poids de 116 g pour un diamètre de $\sim 35cm$). Son coût réduit de construction lui permet de pouvoir être facilement reproduit. Plusieurs prototypes ont pu ainsi voir le jour.

Faire évoluer des drones en intérieur est une tâche particulièrement délicate. Tout d'abord, du fait de la proximité des murs et du sol, le vol est fortement perturbé par le retour des flux d'air. Ensuite, l'environnement d'évolution étant de taille réduite, il faut être particulièrement précis sur les capacités de contrôle et de navigation. Plusieurs approches existent dans les laboratoires de recherche pour faire face à ces difficultés. La première consiste à placer un grand nombre de caméras haute résolution autour d'une salle et les connecter à des capacités de traitements informatiques haut débit pour pouvoir modéliser en temps réel tout mobile dans le volume.

À partir de là, les ordinateurs vont calculer les trajectoires selon des modèles pré-définis et contrôler le ou les drones pour suivre ces trajectoires. Dit autrement, ces drones ne sont que des plateformes motorisées avec un minimum d'intelligence et de capteurs embarqués. Le principal obstacle à cette approche est le coût d'équipement de la salle qui atteint rapidement des budgets plus que conséquents. L'autre approche consiste à doter le drone de ses propres capacités de perception et de contrôle et donc favorise l'intelligence embarquée plutôt que déportée. Le principal obstacle réside dans les limitations opérationnelles dues à la capacité d'emport très limitée sur ces

toutes petites machines.

L'essentiel des efforts de cette année pour le drone Sparrow a été consacré à développer les capacités d'automatisation de maintien en position 3D. Pour ce faire, la première étape a porté sur l'intégration d'un capteur de type ultra-son pour détecter la distance au sol (la hauteur de vol). Une fois résolus les problèmes d'intégration physique de ce capteur sur la structure, le travail a porté sur le filtrage des données brutes obtenues. Plusieurs filtres ont été testés, y compris des filtres statistiques de type kalman. L'étape suivante consiste ensuite à maintenir une position horizontale. Pour ce faire, nous avons choisi de nous baser sur une approche de type flot optique. Cette technique consiste à estimer un déplacement de l'observateur par rapport à une scène supposée fixe en comparant les changements détectés dans des images successives.

Deux approches ont été testées. La première a été d'essayer d'utiliser des capteurs existants sur des souris optiques. Ces capteurs, de très bas niveau, ont l'énorme avantage de ne rien coûter en temps de calcul, d'être très léger et peu onéreux. Il a fallu faire des adaptations à ces capteurs pour étendre leur utilisation, prévue à 2mm de la surface, à des distances plus conséquentes. Les premières conclusions ont été que cette approche avait du sens, mais qu'il fallait que les scènes soient particulièrement bien éclairées et très texturées, ce qui peut ne pas être le cas sur des sols. La seconde approche, de plus haut niveau, a consisté à utiliser de véritables capteurs imageurs. L'écueil principal de cette approche est son coût en calcul car elle nécessite une phase de dégradation de la résolution, une phase de calcul des différences entre les images et une interprétation de ces différences en déplacement. Les premiers essais, bien que plus prometteurs que l'approche bas niveau, montre la encore une bonne sensibilité aux conditions d'éclairage de la scène ainsi que la nécessité d'observer de la texture.

La figure 18 montre le dessous du drone Sparrow dans sa version équipée du capteur ultra-son et du capteur de flot optique bas niveau.



Figure 18 – *Le micro-drone Sparrow vu du dessous dans sa version équipée du capteur ultra-son (à droite) et du capteur de flot optique bas niveau (à gauche).*

Drone sous-marins

Fort de son expérience sur les drones aériens, le laboratoire ATIS s'est attaqué au problème de l'exploration des milieux subaquatiques par des robots. Tant du point de vue des applications de Défense et Sécurité qu'environnementales par exemple. La connaissance des fonds en zone littorale proche est un enjeu stratégique. Le laboratoire ATIS a développé deux drones sous-marins, Aquatis et Ryujin, assisté d'un drone de surface (figure 19). Les drones sous-marins sont hybrides, c'est-à-dire qu'ils peuvent être soit télé-opérés par un opérateur humain, soit dans certaines conditions très calibrées (comme lors du concours international SAUC-E par exemple) agir en complète autonomie sans intervention humaine. Le drone Aquatis, de par ses caractéristiques physiques (di-

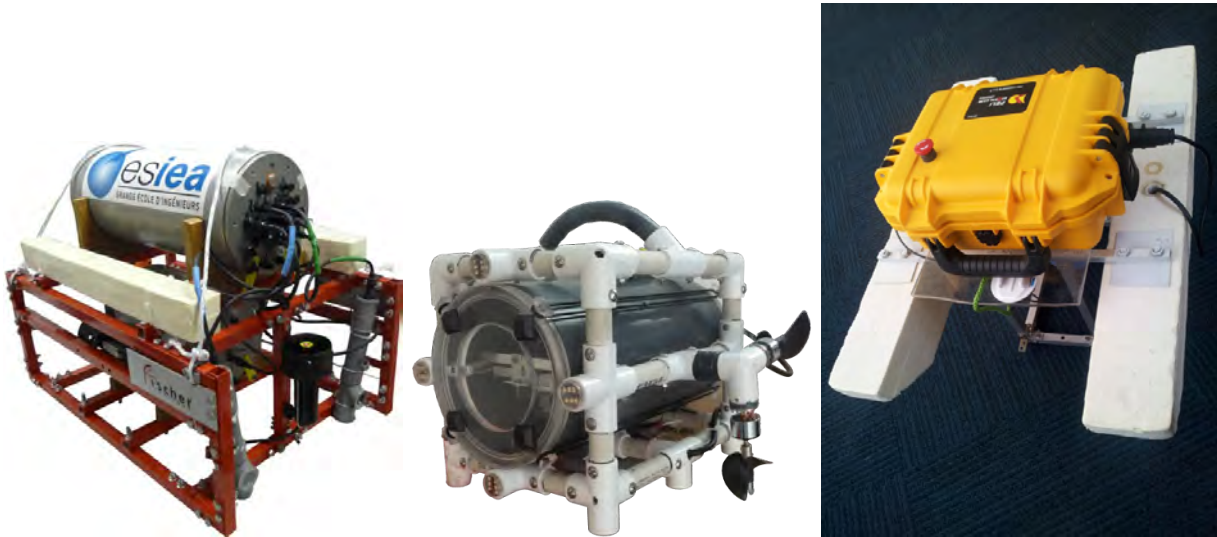


Figure 19 – Drones sous-marins Aquatis V2 (à gauche) et Ryujin (au centre) et le drone de surface (à droite).

mensions de 75cm × 50cm × 60 cm pour un poids de 39kg), est particulièrement bien adapté pour pouvoir tester rapidement de nouvelles charges utiles et fonctionnalités. En effet, les emplacements pour fixer du matériel sont nombreux et la connectique peut être reconfigurable à l'intérieur du robot. De plus, étant naturellement assez massif, le contrôle du drone n'est que peu modifié par ces ajouts. Ainsi, on a pu tester cette année l'intégration d'un modem acoustique professionnel (prêté par l'OTAN pour la période des tests) et une nouvelle charge utile de prise de vue. Parmi les changements internes importants, Aquatis a changé de centrale d'attitude pour avoir une information en cap plus fiable, ce qui a eu un impact sur l'architecture interne du robot. Enfin, une étude de faisabilité a aussi été menée sur la possibilité de faire de la localisation par tri-latération du drone de surface équipé d'un *pinger* prêté, là encore, par l'OTAN.

Le drone Ryujin est lui beaucoup plus compact et léger (dimensions de 30cm × 20cm × 30cm pour un poids de 9kg). Ces caractéristiques le rendent particulièrement maniable et nerveux en comparaison d'Aquatis (cf le test du cerceau à la figure 20).

Pour les deux robots, l'asservissement en profondeur, c'est-à-dire la capacité à maintenir de manière automatisée une consigne en profondeur, a été revu. La figure 21 montre à gauche la consigne en profondeur (courbe bleue) et la profondeur réelle du sous-marin (courbe rouge). On note que le drone réagit bien lorsqu'on le perturbe fortement (figure 21 à droite).

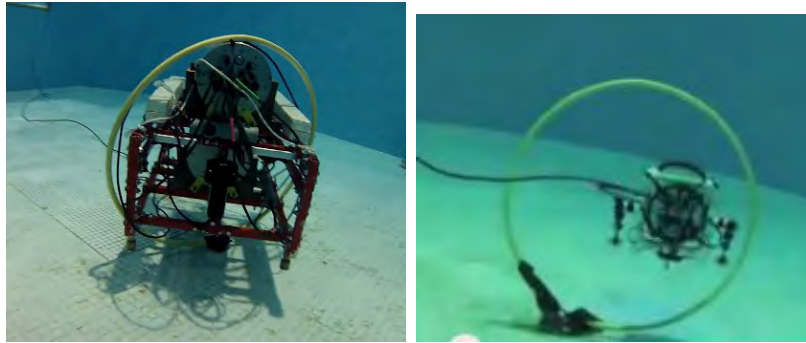


Figure 20 – Test du cerceau pour les drones sous-marins Aquatis V2 (à gauche) et Ryujin (à droite).

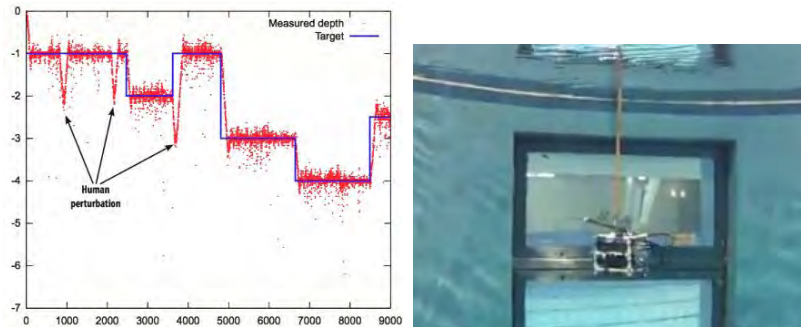


Figure 21 – Asservissement en profondeur : à gauche la consigne en profondeur (courbe bleue) et la profondeur réelle du sous-marin (courbe rouge) et à droite Ryujin en train d’être perturbé.

Toute l’équipe ATIS tient à remercier la mairie de Charenton-le-pont pour lui avoir permis de tester ses prototypes dans la piscine et la fosse de plongée et tout le personnel sur le site pour son accueil et son soutien.

Bien que l’intégration de nouveaux matériels soit souvent compliquée du fait de la compacité du robot, les caractéristiques physiques de Ryujin sont d’un intérêt opérationnel de tout premier plan car ils simplifient grandement la logistique comme cela a été démontré lors de notre première mission terrain qui a eu lieu au cap de Nice. Cet endroit est facile d’accès car situé à la sortie de la ville, offre une grande diversité de fonds marins, de profondeurs tout prêt du bord et la possibilité de toujours trouver un point d’accès protégé à la mer quelle que soit la direction de la houle (figure 22). Cette première mission a été particulièrement enrichissante d’un point de vue retour d’expérience. En effet, nous avons pu valider (mais aussi invalider) en opération des choix techniques, matériels mais aussi organisationnels, notamment au niveau de la coordination des travaux sous-marins avec l’équipe en surface. La figure 23 montre la nécessité d’une bonne occupation rationnelle de l’espace restreint du camp de base ainsi que la difficulté de l’accès à l’eau.

Outre le test en situation de l’équipe et du matériel, l’objectif principal de la mission était de ramener suffisamment de données sous-marine pour pouvoir être en mesure de faire la reconstruction 3D et la carte d’occupation des fonds marins d’une zone d’étendue de l’ordre de 1000 m². Pour faciliter l’étape de post-traitement, nos collègues de l’École Nationale des Sciences Géographiques (ENSG) ainsi que de l’Université Paris-Est de Marne-la-Vallée (UPEM) nous ont fortement conseillé d’équiper le site de mires de repérage. Cette technique, très utilisée et très calibrée pour les

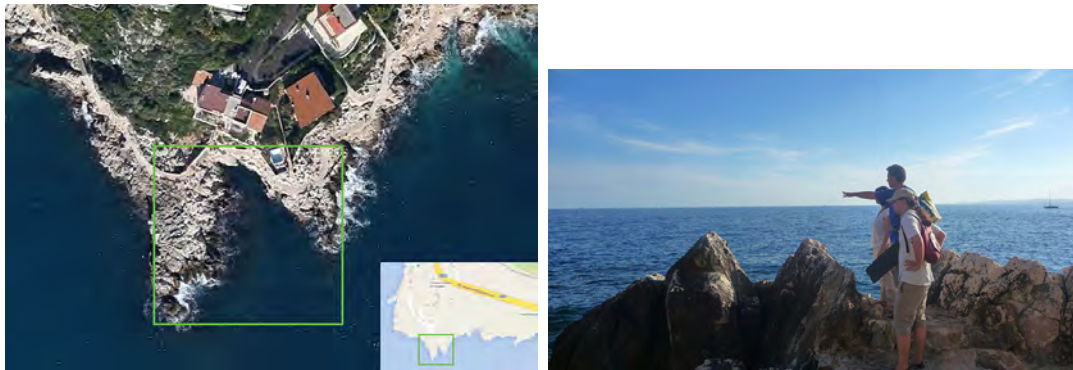


Figure 22 – Localisation de la première mission terrain de Ryujin au cap de Nice (à gauche) et repérage du camp de base (à droite).



Figure 23 – Le camp de base et la mise à l'eau de Ryujin.

applications de cadastre, n'a pratiquement jamais été adaptée à l'environnement marin. Il a donc là encore fallu s'adapter en créant nos propres mires adaptées au milieu marin ainsi que définir une méthodologie de dispersion des mires pour obtenir le meilleur compromis entre la couverture spatiale et les différentes profondeurs (figure 24). Les opérations de quadrillage de la zone (figure 25)

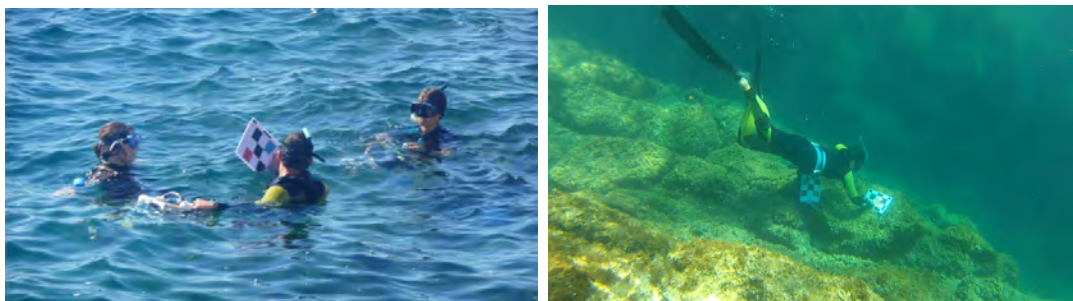


Figure 24 – Équipement du site avec les mires de repérage.

ont ensuite été menées par l'équipe sous-marine. Les principales difficultés rencontrées ont été essentiellement liées à l'environnement (courant, vagues près de la surface, visibilité relativement réduite d'où une difficulté à faire des trajectoires précises en cap, limite du temps et de la fréquences des plongées...). Le premier bilan de cette mission est positif : l'équipe a fortement progressé en savoir-faires opérationnels et plusieurs milliers de clichés sous-marins ont été acquis sur la zone. Le



Figure 25 – *Équipement du site avec les mires de repérage.*

livre de bord de la mission terrain est disponible sur le blog pôle (<http://www.atis-lab.fr/blog>).

Système d'information et applications thématiques

Reconstruction 3D de fonds marins

Pour faire une reconstruction 3D dans un environnement dynamique comme le sont les environnements naturels, il est primordial d'avoir des images de qualité et acquises de manière synchronisée. Pour cela, il n'existe pas de système disponible sur le marché dans notre gamme de taille (dimensions et poids petits). Il a donc fallu développer une charge utile dédiée à l'acquisition synchronisée d'images sous-marines. Deux systèmes ont été développés : le premier est basé sur un couple de caméras *uEye* entièrement paramétrables et permettant d'obtenir des couples synchronisés (au centième de seconde) à haute résolution (1280 x 1024) toutes les secondes sur l'ordinateur embarqué (UG802). En parallèle de ce banc, nous avons construit un second banc avec des caméras GoPros, mais nous n'avons pas encore terminé leur synchronisation. Ces dernières caméras présentent une meilleure résolution, même si le taux de synchronisation atteignable et la fréquence de prise de vue devraient être un peu moins bons que pour le premier banc. Les deux bancs et leur intégration sur Ryujin sont illustrés sur la figure 26. Notre premier retour d'expérience en

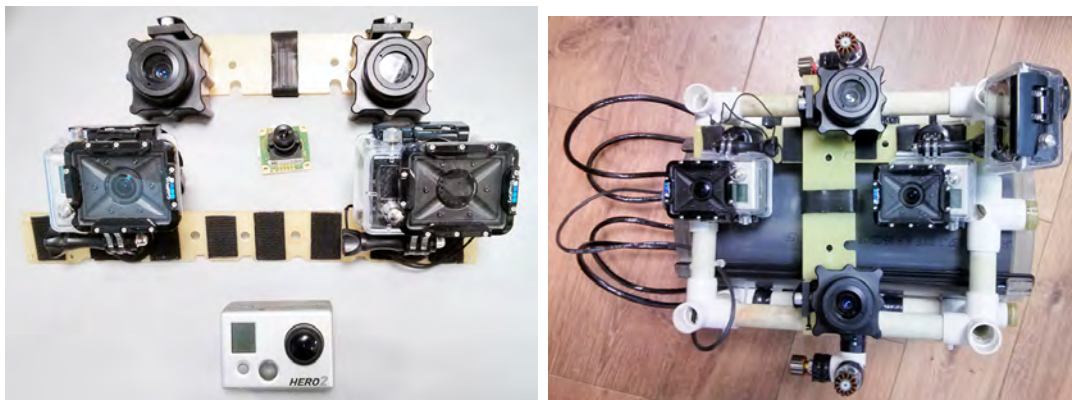


Figure 26 – *Bancs stéréoscopiques synchronisés développés et testés lors de la mission terrain (à gauche) et leur intégration sur le drone Ryujin (à droite).*

opération montre que le paramétrage des caméras *uEye* est particulièrement délicat (figure 27). Une rupture de câble sur zone et sur ce banc ne nous a permis de pousser autant que nous l'aurions

voulu nos expérimentations, et nous nous sommes donc rabattu sur la deuxième chaîne basée sur les caméras *Gopro*. La figure 28 illustre quelques-unes des prises de vues obtenues en embarqué. À

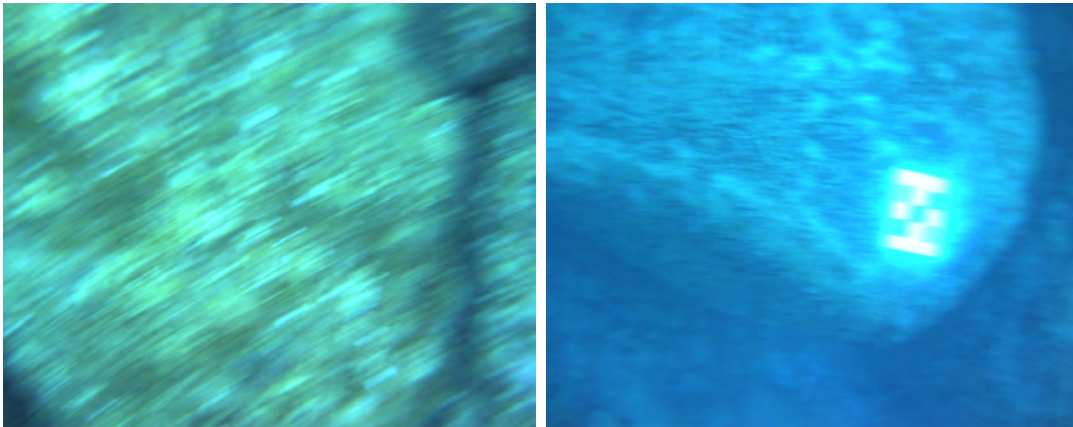


Figure 27 – *Conséquences sur la qualité des images d'un mauvais paramétrage des caméras uEyes.*



Figure 28 – *Exemples d'images sous-marines acquises par le banc Gopro.*

partir de ces données, on utilise la chaîne de reconstruction présentée à la figure 29, mais optimisée au cas particulier de l'imagerie sous-marine. Les principales étapes de cette chaîne sont :

- la correction des déformations optiques (distorsions radiales, tangentielles, d'interfaces...),
- la détection de points d'intérêts via le détecteur de Harris,
- le matching (i.e. la recherche de correspondances entre l'image droite et gauche) par corrélation,
- l'identification et l'élimination des mauvais appariements,
- la reconstruction dense par propagation pour la création des cartes de disparité,
- la création du nuages de points 3D.

Les premiers résultats sont illustrés à la figure 30. Bien que prometteurs, ces premiers résultats doivent être affinés. En particulier, ils présentent une distorsion sphérique classique des reconstructions n'utilisant que sur l'information visuelle. Dans les prochains travaux, on souhaite contraindre ces résultats par des informations complémentaires sur les conditions de prises de vue (profondeur, attitude...). Disposer de cette capacité de récupérer ces informations est une des grandes forces de l'équipe issue de son savoir-faire sur l'ensemble de la chaîne qui va de l'acquisition (robot et capteurs) au traitement des images.

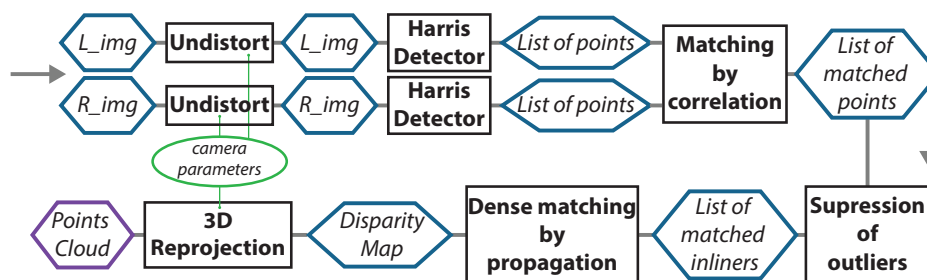


Figure 29 – La chaîne de reconstruction 3D.



Figure 30 – Premiers résultats de la reconstruction 3D : l'image originale annotée (à gauche), la reconstruction 3D correspondante annotée et la carte de distance à la caméra (de rouge au plus près à bleu au plus loin).

Réalité Terrain Étendue (RTE)

Depuis plusieurs décennies, la télédétection, aérienne ou spatiale, grâce à une vision globale des scènes observées, s'est révélée être indispensable pour le recueil d'information géoréférencée. Cependant, la perte d'information liée à la distance rend nécessaire de se rendre sur le terrain pour confronter des résultats d'interprétation avec la réalité, au moins sur des sites clés, ce qui est coûteux en ressources tant humaines que matérielles. La méthodologie *Réalité Terrain Étendue* (RTE) a pour but de s'assurer que toute l'information nécessaire à des spécialistes pour pouvoir faire leur diagnostic local comme s'ils étaient sur le terrain est bien disponible. La RTE commence donc par s'intéresser à l'acquisition des données notamment par le déploiement *in-situ* de moyens de télédétection très haute résolution « ad hoc ». La figure 31 montre par exemple comment guider le choix du porteur, de la charge utile et du processus d'acquisition. Cette méthodologie peut aussi être étendue à la fusion des données.

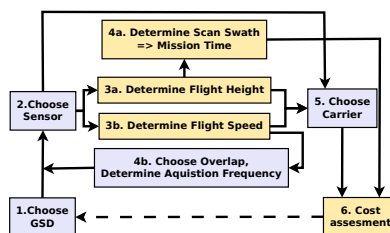


Figure 31 – Extrait de la méthodologie de la RTE pour guider aux choix du porteur, de la charge utile et des paramètres d'acquisition.

Audit de réseau social

Pour certaines applications dans le domaine du marketing et de la communication publicitaire, les compétences du laboratoire en algorithmique de traitement du signal ont été utilisées pour faire de l'audit de réseau social sur Twitter. Ce réseau est en forte expansion en France, et l'accès à certaines de ses informations est libre. Les travaux de cette section s'intéressent au profilage des utilisateurs, fonctionnalité absente de Twitter, contrairement au réseau Facebook où les gens se décrivent en détails.

Ainsi bien qu'il soit possible de connaître facilement le nombre de personnes abonnés à un compte Twitter, c'est-à-dire mesurer le volume d'une audience, il n'est pas possible avec les fonctionnalités de base d'évaluer la qualité de l'audience, ce qui dans un contexte marketing est extrêmement gênant. Le laboratoire ATIS a adapté des algorithmes du traitement automatique des langues pour produire ces informations de profilage. Ces travaux, menés par Hubert Wassner, (incluant les algorithmes développés) feront l'objet de publications en 2014.

Concours et prix

- Loïca Avanthey s'est vue décernée le *prix du meilleur article étudiant* en octobre 2013 à la conférence internationale *Ocean and Coastal Observation : Sensors and observing systems, numerical models information Systems* (OCOSS)i (2013.ocoss.org).
- **5^{ième} au concours C'Space - projet CANSAT**
Proposé à l'initiative du CNES et de l'association Planète Sciences en collaboration avec la DGA, un des objectifs du concours C'Space est de simuler une sonde spatiale opérationnelle dans un volume équivalent à une canette de soda de 33 cl (<http://www.cnes-jeunes.fr>).

Partenariat

Le laboratoire ATIS développe depuis plusieurs années des collaborations (co-encadrements de thèses, prêt de matériels, dépôts de projets communs, réalisation de missions communes, etc.) avec des laboratoires de recherche franciliens (l'Université Paris-Est Marne la Vallée, le Muséum d'Histoire Naturelle, Télécom Paristech etc.).

En 2013, le laboratoire ATIS participe au projet de création d'une équipe d'accueil avec l'Université Paris-Est Marne-la-Vallée et l'École Nationale des Sciences Géographiques, en vue d'une labellisation par l'Agence d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (AERES) pour début 2015.

Publications et travaux du laboratoire

Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- L.Avanthey, L. Beaudoin, A. Gademer, M. Roux. *First steps for operational dense and high-resolution mapping of shallow water using dedicated robots*. In *Ocean and Coastal Observation : Sensors and Observing Systems, Numerical Models and Information Systems*, Nice, 2013

Résumé :

Acquiring dense and high resolution 3D data in operational conditions is a real challenge during exploration of underwater or subaquatic areas for environmental, archaeological, defense and security applications. In order to achieve these goals, the use of small automated robots can be seen as an efficient solution. In this paper, we focus on local areas in shallow water and we present an overview of our development for seafloor mapping. We introduce a dedicated robot and detail the first steps of the development of a dedicated payload : a stereo rig and a 3D reconstruction system. The last part discusses our first operational results and future work.

- A. Gademer, L. Beaudoin. *Application of the Extended Ground Truth concept for coastal resources monitoring*. In Ocean and Coastal Observation : Sensors and Observing Systems, Numerical Models and Information Systems, Nice, 2013.

Résumé :

Coastal ecosystems exhibit high spatial complexity and temporal variability. So, they have to be observed very regularly. Most of the time, aerial or spatial imagery is used. But if spatial remote sensing allows observation over large spatial and temporal scales, it generally lacks precision to understand complex phenomena involving the knowledge at the individual scale (like biodiversity or ecosystems risk anticipation). This is often due to the fact that pixels are composed of heterogeneous elements. Then it is usually necessary to certify the data by field surveys, what we commonly call ground truth. But in-situ measurements are very resources consuming, fastidious and take a lot of time to cover limited areas. The aim of this article is to propose an intermediate approach, called Extended Ground Truth and its concrete application for mapping small mangrove areas.

Revue professionnelle internationale

- A. Gademer, L. Beaudoin, L. Avanthey, JP. Rudant. *Application of the Extended Ground Truth concept for risk anticipation concerning ecosystems*. In Radio Science Bulletin, numéro 345, pp 35-50, 2013, http://www.ursi.org/files/RSBissues/RSB_345_2013_06.pdf

Résumé :

Mapping is a fundamental tool in the ecosystems studies. It is usually done by field records, but this method consumes a lot of time and resources. Remote sensing is a complementary tool but still need ground truth certification due to the scale factor. We present in this article a concept, the Extended Ground Truth, that try to keep the advantages of both techniques and offers the use of imaging tools while providing a ground truth. Then, we will develop this concept on one example concerning ecosystem analysis.

Thèse et projets encadrés au laboratoire**Thèse en cours**

- Thèse de Loïca Avanthey. *Mosaïquage de données 3D obtenues par des drones hétérogènes à l'interface air/eau*, financée par la DGA, encadrée par Michel Roux (TSI , Télécom Paris-Tech) et co-encadrée par Laurent Beaudoin (ATIS, Esiea). Débutée en octobre 2012.

Encadrement de projets étudiants

- L. Dupessey. *Évolutions d'Aquatis*, ESIEA ATIS, 2013, (5A),
- M. Leduc. *Localisation sous-marine par trilatération*, ESIEA ATIS, 2013, (5A),
- M. Birba, F. Lamotte, T. Ennakdi. *Sexy walk*, ESIEA ATIS, 2013, (4A),
- M. Messak, T. Bejuit, F. Proux, N. Rabearison. *Classification automatique de trajectoires*, ESIEA ATIS, 2013, (4A),
- A. Clouet, A. Putters, J. Shuman. *Drones modulaires à bas coût*, ESIEA ATIS, 2013, (4A),
- V. Abbadie, T. Fanel, M. Haubensack, P. Hewins, S. Lamyéiche. *Tracking de cibles sous-marines à partir d'un robot de surface*, ESIEA ATIS, 2013, (3A),
- A. Banikyan, M. Mehdat-wadie, S. Sarhi, J. Simonian. *Quizz over Twitter*, ESIEA ATIS, 2013, (3A),
- U. Budin, V. Guillebaud, H.H. Traing, V. Vigneux. *Vision stéréoscopique*, ESIEA ATIS, 2013, (3A),
- J. Baron, A. Devin, Q. Vernot. *Odométrie lidar*, ESIEA ATIS, 2013, (3A),
- P. Ecarlat, V. Liccioni, S. Pairault. *Bl'hack Panther évitement d'obstacles*, ESIEA ATIS, 2013, (2A),
- J. Baud, L. Cousi, R. Philippe, C. Michel. *PPD Aquatis*, ESIEA ATIS, 2013, (2A),
- A. Maillard, K. Patrzek, C. Prévot, T. Techer. *Projet CANSAT*, ESIEA ATIS, 2013, (3A),

Pôle Réalité Virtuelle et Systèmes Embarqués (RVSE)

Présentation du pôle

Le pôle RVSE de l'ESIEA-OUEST s'est résolument tourné vers les applications industrielles de la réalité virtuelle tout en s'impliquant également sur différents projets de recherche tant européens que nationaux. Afin d'être en parfaite adéquation avec l'esprit de l'entreprise, l'équipe a été constituée autour d'un noyau d'ingénieurs issus principalement du monde de l'entreprise.

Chaque enseignant-ingénieur (titre en adéquation avec les missions) est chef de projet et prend en charge directement les contrats d'entreprises, contrats pour lesquels le pôle RVSE s'engage sur les délais, la mise en œuvre et le suivi.

L'année 2013 s'est inscrite dans la continuité de 2012 et de 2011 par la pérennisation de différents contrats de recherche partenariale avec plusieurs partenaires de renom au plan régional, national voire international, et l'initiation de nouvelles collaborations parmi lesquelles :

- La société ESSILOR, avec laquelle le pôle RVSE a signé un contrat-cadre de R&D.
- Le LIUM (Laboratoire d'Informatique de l'Université du Maine) avec le projet ARVAD.

Le pôle RVSE a également poursuivi son investissement dans la recherche amont et académique avec la thèse en collaboration avec l'INRIA de Rennes.

Composition du pôle RVSE

- Directeur du pôle

Jean-Louis Dautin (Ing.).
Email : dautin@esiea-ouest.fr
Tél : +33(0)2 43 59 46 20
Fax : +33(0)2 43 59 24 29

- Assistante direction

Viviane Leprêtre.
Email : lepretre@esiea-ouest.fr
Tél : +33(0)2 43 59 46 20

- Ingénieurs de recherche

- Franck Crison

Email : crison@esiea-ouest.fr

Ingénierie électronique, informatique système, FPGA, DSP.

- Marc Le Renard

Email : lerenard@esiea-ouest.fr

Réalité virtuelle (process, environnements virtuels), informatique, création d'applications.

- Aurélien Texier

Email : texier@esiea-ouest.fr

Réalité virtuelle (process, environnements virtuels), temps réel.

- Doctorants

- Jérôme Ardouin

Email : ardouin@esiea-ouest.fr

Algorithmique, Electronique fondamentale, Informatique système.

- Site web du pôle RVSE : <http://www.esiea.fr/realite-virtuelle-et-systemes-embarques-%28rvse%29-%282037%29.cml>

Stages et thèses préparés au pôle RVSE

Thèses préparées au pôle RVSE

- Thèse de Jérôme Ardouin. *Voir et interagir à 360 degrés en réalité virtuelle*. Encadrée par Anatole Lécuyer de INRIA (<http://www.inria.fr>), équipe *VT4i*. Laboratoire INRIA/IRISA, Rennes.

Résumé.- *L'apparition récente de caméras de surveillance panoramiques introduit de nouvelles images qui dépassent les capacités initiales de la perception humaine. Au cours de cette thèse nous proposons d'étudier, à la fois sur le plan perceptif et sur le plan technologique, l'influence de cette toute nouvelle « vision à 360 degrés » sur les possibilités d'interaction de l'humain en réalité virtuelle.*

Il s'agira dans un premier temps de concevoir de nouvelles techniques de restitution 3D temps-réel pour simuler la vision à 360 degrés en réalité virtuelle. Il s'agira d'une vision à 360 degrés artificiellement comprimée pour figurer dans le champ de vision normal d'un utilisateur. Nous pourrons utiliser un casque de réalité virtuelle immersif (Head Mounted Display [HMD]) ou bien encore un simple écran d'ordinateur pour représenter cette image à 360 degrés « comprimée ».

Nous étudierons ensuite l'impact de cette vision à 360 degrés sur les capacités d'interaction de l'utilisateur. Nous étudierons plus particulièrement les possibilités de se déplacer plus ou moins rapidement dans un univers virtuel avec une vision panoramique. Nous proposerons également de nouvelles techniques d'interaction et de manipulation des objets virtuels du monde 3D adaptées à cette nouvelle restitution 3D. Des expériences de psychophysique et de

psychologie expérimentale sont prévues pour évaluer et valider cette nouvelle technologie, et notamment son impact sur la perception visuelle et tactile des utilisateurs.

En 2013, cette thèse s'est intéressée à deux problématiques et axes :

- Navigation dans des environnements virtuels avec un champ visuel à 360 degrés. Les travaux proposent une implémentation de diverses projections issues du monde de la cartographie et leur comparaison dans le cadre d'une tâche de collecte d'objets. Les résultats sont surprenants au niveau du rendu visuel et des performances (figure 32).



Figure 32 – *Rendu temps réel d'un environnement virtuel avec un large champ visuel (360 degrés) grâce à une projection équirectangulaire (plate Carré)*

- Rendu stéréoscopique d'environnements virtuels avec un grand champ visuel. L'étude propose une nouvelle approche pour le rendu stéréoscopique d'environnements virtuels avec un grand champ visuel, jusqu'à 360 degrés compris. Une nouvelle étape de « pré-découpage » est introduite dans le pipeline graphique. Cela permet de résoudre les problèmes de rasterisation des polygones projetés de part et d'autre des discontinuités de projection (figure 33).

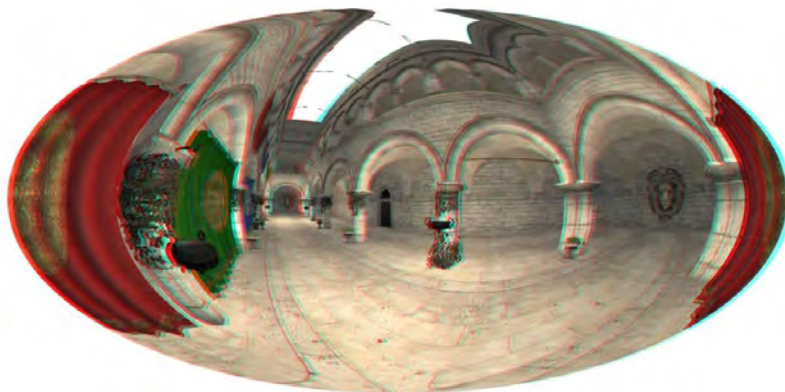
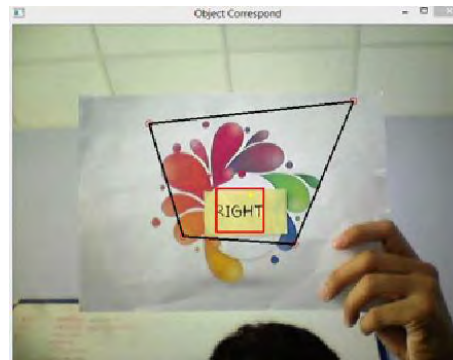
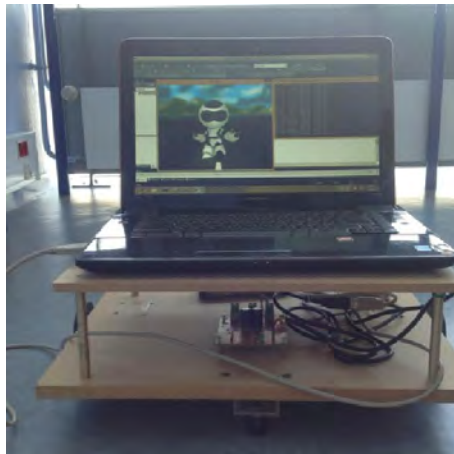
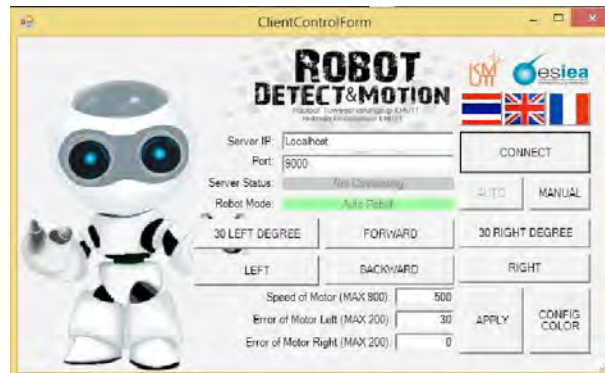


Figure 33 – *Rendu stéréoscopique (temps réel) d'un environnement virtuel avec un large champ visuel (360 degrés) grâce à une projection de Hammer*

Ces travaux ont été présentés ou le seront, lors des conférences *IEEE 3DUI 2013* et *IEEE VR 2014*.

Stages 2013 (cycle L)

- Rapiwat Tawechairungsup et Mekhala Kruasrisawat (KMUTT University, Bangkok, Thaïlande). *Contrôle automatique d'un robot par webcam*. Stage BSc de trois mois.



Publications du pôle RVSE

Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- J. Ardouin, A. Lécuyer, M. Marchal, E. Marchand (2013). « Navigating in Virtual Environments with 360° Omnidirectional Rendering ». In : *IEEE International Symposium on 3D User Interfaces (IEEE 3DUI) Proceedings* (ISBN 978-1-4673-6097-5), pp. 95-98, March 16-17th, 2013, Orlando, Florida, USA.
- J.-L. Lugin, M. Cavazza, F. Charles, M. Le Renard, J. Freeman, J. Lessiter (2013). « Immersive FPS Games : User Experience and Performance ». In : *Proceedings of the 2013 ACM International Workshop on Immersive Media Experiences*, pp. 7-12, ACM digital Library, October 21-25th, 2013, Barcelona, Spain.

Contrats et transferts technologiques 2013

Contrat Essilor : simulateur de verres



L'ESIEA continue son partenariat avec ESSILOR, partenariat concrétisé cette année par la signature d'un contrat triennal pour des développements autour du simulateur de verres d'ESSILOR. Dans le cadre de ce contrat, l'ESIEA continue ses missions de conseil et de développement et travaille actuellement avec ESSILOR à la mise à niveau de ses simulateurs. Des études seront menées conjointement et permettront de mettre à niveau le logiciel en prenant en compte les dernières évolutions matérielles (et en particulierité les optimisations des GPU).

Contrat SPPP

L'ESIEA a rencontré la société SPPP, société mayennaise spécialisée dans la peinture plastique, afin de monter des projets de réalité virtuelle dans le domaine de la peinture. Ces projets visent la formation et et/ou de l'optimisation des postes de travail. Le travail d'étude a été effectué et une collaboration est envisagée en 2014 pour les premières réalisations en courant d'année.

Projet de R & D *ValidEYE*

Le projet *ValidEYE* a pour objectif de développer un dispositif permettant d'assister un malvoyant dans ses déplacements urbains, en intérieur comme en extérieur. C'est un projet soutenu par Laval Agglomération dans le cadre de l'appel à projets *RV & Handicap*. La société *Viametris* et le pôle RVSE de l'ESIEA sont partenaires pour cette réalisation. *Viametris* apporte au projet son expertise dans les systèmes de localisation par LIDAR (radar laser) et algorithmes SLAM (localisation et construction de cartographie). Le laboratoire RVSE apporte ici son expérience dans le développement de systèmes embarqués et les interfaces utilisateur. L'objectif du système est de fournir un moyen de guidage à une personne malvoyante dans des conditions environnementales variées : à l'intérieur ou à l'extérieur de bâtiments, dans des canyons urbains aussi bien que dans des zones dégagées.

La solution retenue par *ValidEYE* consiste à assister la personne au moyen d'une ceinture intégrant un moyen de localisation, un système informatique embarqué et une interface utilisateur intuitive. Pour orienter la personne dans son environnement, une série de vibreurs disposés dans la ceinture indiquent sous forme de retour tactile, la direction à suivre. Un scénario d'usage typique se décompose en deux temps. Au préalable, une personne valide crée une série de parcours possibles grâce à un logiciel dédié. Un parcours est constitué d'une série de point de passage (nœuds) reliés par des segments (figure 34). Les destinations possibles sont identifiées par une étiquette « audio ». Lors de l'utilisation du système, la personne malvoyante choisit sa destination grâce à un menu audio dont les entrées sont constituées des étiquettes préalablement renseignées. La navigation dans le menu et la sélection se fait au moyen d'un clavier simplifié intégré à la ceinture (3 boutons :

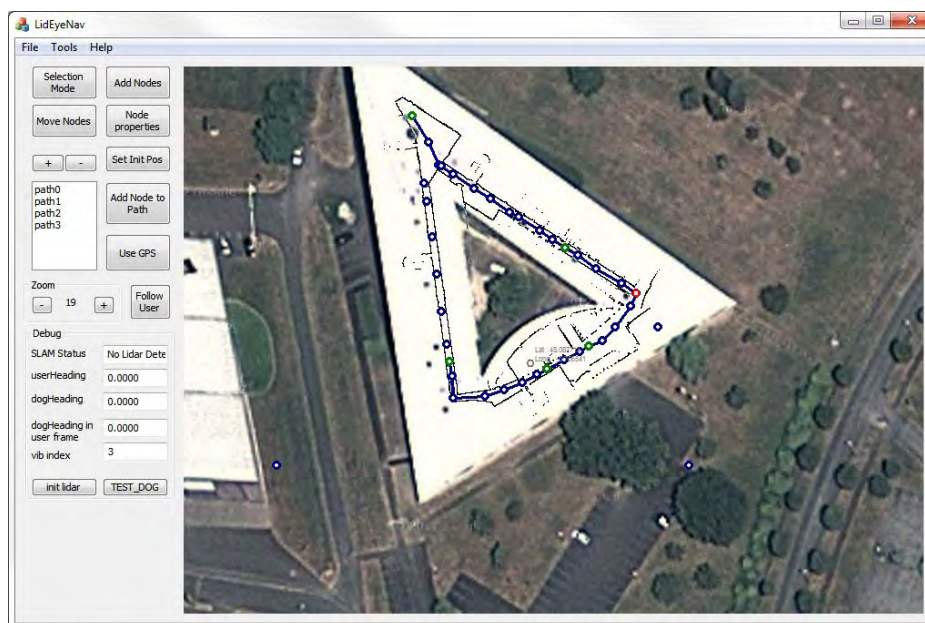


Figure 34 – Capture d'écran de l'interface d'édition des chemins

« précédent », « suivant », « valider »). Une fois la destination choisie, le retour tactile dans la ceinture lui indique la direction à suivre. La personne malvoyante est ainsi guidée de point de passage en point de passage jusqu'à sa destination, elle-même signalée par un retour sonore. Le prototype a été finalisé en septembre 2013.

Projet de R & D ARVAD

Soutenu par Laval Agglomération dans le cadre du 4ème appel à projet relatif aux Fonds de Soutien R & D « Réalité Virtuelle et Handicap », le projet ARVAD (Apprentissage par la Réalité Virtuelle de l'Autonomie des Déplacements) vise à développer une nouvelle application de réalité virtuelle destinée aux élèves des classes ULIS. Fruit d'une collaboration entre le lycée Robert Buron de Laval, l'équipe LIUM-IEIAH de Laval et le laboratoire RVSE, ce nouvel outil pédagogique proposera une approche complémentaire au service d'élèves en situation de handicap.

Les ULIS (unités localisées pour l'inclusion scolaire) accueillent des élèves présentant des troubles cognitifs ou mentaux. L'objectif principal de la scolarisation dans la classe ULIS est le développement d'une autonomie adulte et d'une insertion socioprofessionnelle durable dans la société. L'ULIS propose aux élèves un mode de scolarisation particulier, une consolidation et un développement des apprentissages adaptés aux besoins de chacun (enseignement général et professionnel) avec une alternance d'ateliers collectifs et individuels.

Pour mener à bien cette mission, l'enseignement comprend des enseignements généraux mais aussi tous les domaines qui peuvent conduire à une socialisation en passant par l'autonomie (hygiène, déplacement ...). L'autonomie dans les déplacements est une activité quotidienne qui peut être un réel obstacle pour les élèves des ULIS. Différentes approches pédagogiques sont utilisées : de l'apprentissage de la lecture d'un plan au déplacement réel dans un environnement urbain.

Avec une nouvelle approche reposant sur un outil de réalité virtuelle, ARVAD proposera une étape intermédiaire entre la situation théorique sur papier et la mise en situation réelle de l'élève.

Laboratoire de Virologie et Cryptologie Opérationnelles $((C + V)^O)$

Présentation du laboratoire

Le laboratoire de cryptologie et de virologie opérationnelles $(C + V)^O$ est présent à l'ESIEA Laval depuis juillet 2007. Il a d'abord fonctionné en collaboration avec le laboratoire de virologie et de cryptologie de l'École Supérieure et d'Application des Transmissions (ESAT) de Rennes (période juillet 2007 - mai 2008), puis ce laboratoire a accueilli définitivement la ressource ESAT (son directeur de laboratoire et une dizaine de chercheurs associés) fin juin 2008. La période 2007 - 2008 a donc constitué une phase de transition. Les activités de recherche courantes ont été faites au nom des deux laboratoires pour cette période, néanmoins avec une nette prééminence du laboratoire lavallois.

Du fait de cet héritage, l'activité de recherche du laboratoire s'inscrit dans la continuité et conserve des liens forts non seulement avec le ministère de la Défense mais également avec les ministères de la Justice et de l'Intérieur. Cela concerne à la fois une partie des thématiques de recherche du laboratoire, la création et le maintien d'un environnement sécurisé pour mener l'activité de recherche dans le respect des principales réglementations en la matière (sécurisation des locaux, habilitation des personnels, audits).

La sécurisation du laboratoire (phase I) sur le plan réglementaire a été finalisée en 2011 avec pour principal changement, le passage sous tutelle exclusive du ministère de la Défense. Le laboratoire a désormais la capacité de mener des travaux classifiés dans le respect des réglementations existantes. Il dispose également d'un réseau informatique dédié, hautement sécurisé. En 2014, compte tenu de l'évolution de la réglementation (circulaire interministérielle N° 3415/SGDSN/AISTfPST du 7 novembre 2012), le laboratoire sera sous tutelle administrative de la DGSI et opérationnelle des ministères de la Défense et de l'Intérieur. En 2013, les deux premières thèses classifiées ou confidentielles ont été soutenues.

Depuis fin 2011, le laboratoire assure l'organisation et la direction scientifique du master spécialisé international (en langue anglaise) *Network & Information Security* (N&IS). Site officiel : <https://sites.google.com/site/esieanismaster/>

En 2012, le laboratoire fusionne avec le pôle SI&S (Sécurité de l'Information & des Systèmes) afin que le groupe puisse disposer d'un laboratoire plus conséquent dans la thématique sécurité. Avec le pôle SI&S, c'est également la seconde formation master spécialisé *Sécurité de l'Information et des Systèmes* (SI&S; <http://www.esiea.fr/sis>) ainsi que les formations badge en reverse engineering et en sécurité offensive, toutes deux sous la direction de Robert Erra, qui rejoignent le laboratoire $(C + V)^O$.

Enfin, le laboratoire $(C + V)^O$ s'ouvre très tôt dans la formation aux étudiants curieux et volontaires. Le laboratoire pilote le dispositif « Espoir Recherche », il met en avant la formation

par la recherche. En effet, les formations de l'ESIEA (Diplôme d'Ingénieur, Mastères Spécialisés et badges) se veulent opérationnelles et les étudiants ont, dès la deuxième année de leur formation une activité de projet importante. Lorsque ces projets sont en connexion directe avec des activités de recherche du laboratoire $(C + V)^O$, l'émulation générée par les enjeux permet d'envisager de nombreuses innovations pédagogiques et d'associer les étudiants à des problèmes de recherche réels (contrats, expertises, recherches en cours, formations spécialisées à la carte...).

Thèmes de recherche

Le laboratoire de cryptologie et de virologie opérationnelles a pour thème principal de recherche la sécurité informatique – essentiellement en virologie et en cryptologie – dans le domaine de la lutte informatique défensive avec applications opérationnelles à la lutte informatique offensive.

Privilégiant à la fois l'approche théorique – pour maintenir une compétence académique élevée – et une recherche appliquée inspirée de problèmes concrets (issus du monde gouvernemental mais également industriel), l'objectif principal est non seulement de comprendre les attaques informatiques actuelles, mais également et surtout, de prévoir et d'inventer les attaques futures. Cette démarche pro-active permet d'anticiper la menace (domaine défensif) et, dans un contexte d'évolution de la doctrine française, de se doter d'un arsenal technique dans le domaine offensif (domaine étatique), le maître mot dans les deux domaines étant la capacité opérationnelle.

Cette vision et les compétences qui en découlent sont de nature à également intéresser fortement les entreprises, qui sont, dans un contexte de complexité croissante des systèmes d'information d'une part, et de forte concurrence industrielle d'autre part, de plus en plus soumises aux attaques informatiques et informationnelles, en particulier ciblées.

Les principaux thèmes de recherche sont les suivants :

- Cryptologie symétrique. Dans ce type de cryptologie, l'émetteur et le destinataire partagent une même clef secrète. Cette dernière doit donc être mise en place préalablement à la communication. Elle est utilisée principalement pour réaliser la confidentialité de volumes importants d'information durant leur stockage, leur transmission et leur traitement. Les principaux sous-thèmes traités au laboratoire sont :
 - (a) Étude combinatoire des primitives cryptographiques en vue de la caractérisation de faiblesses pouvant être exploitées dans la cryptanalyse (attaque) de systèmes de chiffrement.
 - (b) Conception et évaluation de systèmes de chiffrement symétriques.
 - (c) Conception de systèmes cryptographiques avec trappes (introduction de faiblesses indétectables permettant une cryptanalyse moins complexe pour quiconque a la connaissance de la trappe).
 - (d) Cryptanalyse de systèmes symétriques fondée sur la vision combinatoire de ces systèmes.
 - (e) Techniques de reconstruction d'algorithmes inconnus à partir des éléments interceptés (messages codés, messages chiffrés).

- Analyse et conception de systèmes stéganographiques. Les données chiffrées ayant un profil statistique particulièrement caractéristique, un attaquant peut, par conséquent, facilement identifier un échange de données chiffrées. Il est donc capital dans certains contextes de cacher l'existence même (stockage, échange) de ces dernières. C'est le rôle de la stéganographie

(dissimulation du canal).

- Virologie informatique :
 - (a) Caractérisation formelle des techniques virales (connues et inconnues).
 - (b) Étude et conception de nouvelles technologies virales. L'objectif est de comprendre comment fonctionnent les principales techniques virales et comment ces dernières sont susceptibles d'évoluer. Le principe général est que toute défense est illusoire si elle ne se nourrit pas de la connaissance et de la vision de l'attaquant dont la principale démarche est l'innovation et l'inventivité. À ce titre la prospection et l'évaluation de techniques de conception de codes malveillants, de la théorie à la pratique – dans le strict respect de la réglementation en vigueur et en liaison avec les services compétents de l'État – est indispensable.
 - (c) Formalisation et conception de techniques antivirales. Analyse automatique de malwares, par exemple, en utilisant la notion de distance d'information ou des techniques d'analyse combinatoire. Une autre idée importante est de changer la *granularité* de la comparaison, en passant au niveau des fonctions (ou des blocs d'instructions) nous obtenons de bien meilleurs résultats.
 - (d) Cryptographie malicieuse (utilisation du potentiel cryptographique dans les techniques virales et utilisation des codes viraux à des fins de cryptanalyse).
 - (e) Analyse et évaluation des logiciels antivirus.

- Analyse et étude techniques du concept de guerre informatique. Si les concepts « théoriques » de la guerre informatique commencent à émerger – essentiellement chez les historiens, les sociologues et spécialistes en relations internationales – il n'existe pratiquement aucune recherche, du moins connue à ce jour, sur les concepts opérationnels touchant à la préparation, la planification et la conduite de « cyberattaques ». Le laboratoire étudie sur une base technique et opérationnelle les différents scénarii qui peuvent être mis en œuvre par les attaquants que ce soit à un niveau local (simple infrastructure de type société ou installation critique) ou à un niveau plus large (région, territoire, pays). Cette connaissance peut être en particulier très utile aux entreprises qui sont des cibles privilégiées de ce type d'attaques.

- Sécurité réseau (défensif et offensif).

- Carte à puce et RFID : développement d'applications et de protocoles sécurisés. Ces environnements extrêmement contraints (en terme de ressources et de puissance) nécessitent une déclinaison spécifique des méthodes, fonctionnalités et outils de la sécurité.

- Cryptanalyse asymétrique (essentiellement sur le RSA). Généralisation de l'approche de Wiener et utilisations de la méthode de Coppersmith. Problématique de validation des clefs RSA (*RSA Public Key Validation*). Fonctions de hachage de type géométrique.

- Complexité algorithmique et Sécurité. Il s'agit d'étudier deux aspects :
 - l'impact sur la cryptologie, la virologie et en général sur la sécurité du phénomène de *transition de phase* observé expérimentalement dans la résolution pratique d'instances de problèmes NP-complets ;

- la catégorie des attaques dites « par complexité ».
- Algorithmiques des structures complexes (par exemple sur les grands graphes) et applications (par exemple au *big data*).
- Les mécanismes du *Flash Crash*. Il s'agit de comprendre et d'étudier le phénomène nommé *Flash Crash* qui s'est produit le 6 Mai 2010 à la NYSE et de s'interroger sur la faisabilité d'attaques qui reproduirait ce phénomène.

Composition du laboratoire

- Directeur du laboratoire

Eric Filiol (Ing. - Ph D - HDR).
Email : filiol@esiea.fr
Site web : <http://sites.google.com/site/ericfiliol/>
Blog : <http://cvo-lab.blogspot.com/>
Tél : +33(0)2 43 59 46 09
Fax : +33(0)2 43 59 46 02

- Adjoint et RSSI du laboratoire - Laval

Richard Rey (Ing.)
Email : rey@esiea-ouest.fr
Sécurité réseau, sécurité radio et télécommunications, électronique.

- Adjoint du laboratoire - Paris

Robert Erra (Ph D).
Email : erra@esiea.fr
Algorithmique de la sécurité et des structures complexes, cryptologie asymétrique, complexité algorithmique.

- Officier de sécurité

Laurence Filiol.
Email : laurence.filiol@esiea-ouest.fr

- Chercheurs permanents

- Vincent Guyot (Ing. - Ph D)
Email : guyot@esiea.fr
Sécurité cartes à puce, sécurité RFID, sécurité système, sécurité réseau.

- Jonathan Dechaux (Ing. et doctorant)
Email : `dechaux@esiea-ouest.fr`
Sécurité des applications - Programmation et développement sécurisés.
- Olivier Ferrand (Ing. et doctorant)
Email : `olivier.ferrand@esiea-ouest.fr`
Programmation sécurisée, sécurité système antivirale.
- Nicolas Bodin
Email : `bodin@esiea-ouest.fr`
Stéganographie.

- Doctorants

- Arnaud Bannier
Email : `bannier@esiea-ouest.fr`
Mathématiques discrètes, combinatoire, cryptologie.
- Eddy Deligne
Email : `eddy.deligne@esiea-ouest.fr`
Systèmes, protection logicielle.
- Michel Dubois
Email : `dubois@esiea-ouest.fr`
Cryptographie symétrique.
- Cécilia Gallais
Email : `gallais@esiea-ouest.fr`
Modélisation mathématique cyberattaques

- Chercheurs associés

- François Déchelle (Ph D)
Email : `dechelle@esiea-ouest.fr`
Systèmes, sécurité embarquée, sécurité Unix, analyse hardware (JTAG)
- Ulrich Faushter (Ing.)
Email : `faushter@esiea-ouest.fr`
Analyse malware, réseau, virologie.
- Paul Irolla (Ing.)
Email : `irolla@esiea-ouest.fr`

- Espoirs recherche.

Dans le cadre de la promotion de la recherche auprès des étudiants, le laboratoire identifie chaque année des étudiants particulièrement prometteurs tant sur le plan scientifique que du point de vue des dispositions pour la recherche.

Ces étudiants font l'objet, durant toute leur présence en scolarité, d'un encadrement spécifique et adapté. Leur objectif est, souvent, après leur diplôme d'ingénieur, de préparer une thèse.

- Baptiste David (4A/5A).
Email : `baptiste.david@et.esiea-ouest.fr`
Virologie, cryptographie, algorithmique, développement noyau.
- Hamon Valentin (4A/5A).
Email : `valentin.hamon@et.esiea-ouest.fr`
Virologie, algorithmique, sécurité Android.
- Larget Dorian (4A/5A).
Email : `dorian.larget@et.esiea-ouest.fr`
Virologie, algorithmique, cryptographie, sécurité Android.
- Scherrer Thibaut (4A/5A).
Email : `thibaut.scherrer@et.esiea-ouest.fr`
Virologie, algorithmique, sécurité de l'embarqué, électronique.
- Gregory Commin (4A/5A)
Email : `gregory.commin@et.esiea-ouest.fr`
Doctrine et techniques cyberguerre.
- David De Oliveira (3A/4A)
Email : `david.deoliveira@et.esiea-ouest.fr`
Sécurité réseau.
- Matthieu Breban (3A/4A)
Email : `matthieu.breban@et.esiea-ouest.fr`
Sécurité réseau.
- Matthieu Paulais (3A/4A)
Email : `matthieu.paulais@et.esiea-ouest.fr`
Sécurité réseau.
- Coulpit Jean-Baptiste (4A)
Email : `coulprit@et.esiea-ouest.fr`
Sécurité réseau.
- Aubry Nicolas (4A)
Email : `nicolas.aubry@et.esiea-ouest.fr`
Sécurité réseau.
- Chauveau Nicolas (4A)
Email : `nicolas.chauveau@et.esiea-ouest.fr`
Sécurité réseau.

- Sébastien Girardat (2A/3A)
Email : `sebastien.girardat@et.esiea-ouest.fr`
Systèmes, reverse-engineering.
- Guillaume Swaenepoel (2A/3A)
Email : `guillaume.swaenepoel@et.esiea-ouest.fr`
Stéganographie.
- Wilfried Ollivier (2A/3A)
Email : `wilfried.ollivier@et.esiea-ouest.fr`
Stéganographie.
- Delisle Laure (1A/2A)
Email : `delisle@et.esiea.fr`
Algorithmique, big data.
- Levin Warren (3A/4A)
Email : `levin@et.esiea.fr`
Algorithmique, embarqué.
- Amicelli Paul (3A)
Email : `paul.amicelli@et.esiea-ouest.fr`
Algorithmique, sécurité Linux, virologie.
- Bertin Tristan (3A)
Email : `tristan.bertin@et.esiea-ouest.fr`
Algorithmique, sécurité Windows, virologie.
- Thieuleux Jonathan (3A)
Email : `jonathan.thieuleux@et.esiea-ouest.fr`
Algorithmique, sécurité Linux et embarqué, virologie.
- PION Raphael (2A)
Email : `raphael.pion@et.esiea-ouest.fr`
Algorithmique, sécurité Linux, virologie.
- Hernault Paul (2A)
Email : `raphael.pion@et.esiea-ouest.fr`
Algorithmique, sécurité Windows, virologie.
- Remaud Damien (2A)
Email : `damien.remaud@et.esiea-ouest.fr`
Algorithmique, sécurité Windows, virologie.

- Siccardi Clément (2A)
Email : `clement.siccardi@et.esiea-ouest.fr`
Algorithmique, sécurité Linux, virologie.
- Aubin Thomas (2A)
Email : `thomas.aubin@et.esiea-ouest.fr`
Algorithmique, sécurité Windows, virologie.

Thèses et stages

Thèses soutenues en 2013

- Thèse de Nicolas Bodin, soutenue le 28 août 2013. Titre : *Analyse et conception de techniques opérationnelles de stéganographie*, École doctorale de l'École Polytechnique, mention très honorable. Thèse classifiée.

Composition du jury : Parick Bas (Université de Lille I, rapporteur), Marc Chaumont (rapporteur, Université de Montpellier II), Caroline Fontaine (Rapporteur, Sup Télécom Bretagne), Johann Barbier (examinateur, ARX_Arcéo), Christophe Guyeux (examinateur, Université de Haute-Bourgogne), Jean-Marc Steyaert (président, École Polytechnique), Éric Filiol (directeur de thèse, ESIEA).

- Thèse de Christophe Grenier, soutenue le 1er octobre 2013. *Transformation de programmes et protection de la propriété intellectuelle - Préparation, intégration et vérification*, École doctorale de l'École Polytechnique, mention très honorable. Thèse Confidential Industrie.

Composition du jury : Hervé Debar (rapporteur, Sud Télécom Paris), Pascal Junod (rapporteur, HEIG-VD), Roberto Di Cosmo (rapporteur, Université Paris VII), Johann Barbier (examinateur, ARX_Arcéo), Jean-Marc Steyaert (président, École Polytechnique), Éric Filiol (directeur de thèse, ESIEA).

Thèses en cours

- Thèse de Eddy Deligne. Thèse Cifre DCNS, École doctorale École Polytechnique, Palaiseau. *Formalisation et implémentation de techniques de protection par hypervision matérielle*. Cette thèse a débuté en décembre 2010. Soutenance programmée pour le 31 mars 2014 (avis favorable des rapporteurs reçus).
- Thèse de Michel Dubois. *Etude combinatoire de la mise en équations sur $GF(2)$ des algorithmes de chiffrement par bloc*. École doctorale École Polytechnique, Palaiseau. Cette thèse a débuté en septembre 2010. Soutenance prévue en juillet 2014.
- Thèse de Olivier Ferrand *Techniques combinatoires de détection de malware*. École doctorale École Polytechnique, Palaiseau. Cette thèse a débuté en septembre 2012. Soutenance prévue fin 2015.

- Thèse de Jonathan Dechaux *Formalisation du concept de logiciel antivirus et conception d'une méthodologie et de techniques d'évaluation des techniques antivirales*. École doctorale École Polytechnique, Palaiseau. Cette thèse a débuté en septembre 2012. Soutenance prévue fin 2015.
- Thèse (CIFRE) de Cécilia Gallais. *Formalisation et modélisation algébriques des concepts de cyberattaque et d'infrastructure critique*. École doctorale École Polytechnique, Palaiseau. Cette thèse a débuté en septembre 2014.
- Thèse d'Arnaud Bannier. *Analyse combinatoire des systèmes de chiffrement par bloc avec trappes*. École doctorale École Polytechnique, Palaiseau. Cette thèse a débuté en décembre 2014.

Stages Master - Mastère et Ingénieur 2012 (cycle M)

- Ulrich Faushter. *Implémentation, gestion et administration d'une chaîne de collecte de malware*. Stage de fin d'études Ingénieur et de Mastère Spécialisé, 6 mois.
- Mahamoud Said Omar. *Collecte, classification et analyse de logiciels malveillants*. Stage de fin d'études Ingénieur et de Mastère Spécialisé, 6 mois.
- Paul Irolla. *Implémentation d'un serveur d'applications Android certifiées et détection d'applications malicieuses*. Stage de fin d'études Ingénieur, 6 mois.
- Federico Sierra Arriega (Mexique). *DAVFI DocProtect : Content Protection Using Cryptographic Primitives*. Stage de Mastère Spécialisé, 6 mois.
- Wadji Chaaben (Tunisie). *Définition et mise en place d'un outil de gestion de parc de matériel informatique*. Stage de Mastère Spécialisé, 6 mois.
- François Crosnier. *Intégration d'un superviseur de flux réseaux de type NETFLOW*. Stage de fin d'études Ingénieur et de Mastère Spécialisé, 6 mois.
- Kévin Gallienne. *Modélisation mathématique d'une base de malware et implémentation d'un moteur de détection comportemental*. Stage Master I, ENSEIRB - MATMECA, Bordeaux, 5 mois.

Stages 2012 (cycle L)

- Joey Dreijer (Pays-Bas). *Icarus Format Vulnerability Research*. Stage de Bachelor of Science, Hogeschool van Amsterdam, durée 5 mois.
- Vogli Jonis (Albanie). *Implémentation et tests de techniques de data-mining pour la détection de codes malveillants*. Stage technique, 2 mois.
- Luo Zhuyun (Chine). *Implémentation de techniques de stéganalyse reposant sur le data-mining*. Stage technique, 2 mois.

- Fabrice Gourmelon. *Implémentation de modules GLPI pour la gestion d'une base documentaire sécurisée*. Stage BTS ESAIP Angers, durée 3 mois.

Publications du laboratoire

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Vincent Guyot (éditeur). *Advanced Infocomm Technology*, Lecture Notes in Computer Science Vol. 7593, Springer Verlag, 358 pages, mai 2013, ISBN 978-3-642-38226-0.

Revue internationale à comité de lecture

- David Baptiste et Dorian Larget. The Security of Databases : the Access Case. *Journal in Computer Virology and Hacking Techniques*, Volume 9, Issue 2, pp. 95–107.
- Jonathan Dechaux. The Office Demon : Minos. *Journal in Computer Virology and Hacking Techniques*, Volume 9, Issue 3, pp. 125–135.
- Eric Filiol. The Control of technology by Nation States : Past, Present and Future - The Case of Cryptology and Information Security. *Journal in Information Warfare*, Vol. 12, Issue 2, October 2013
- Mickaël Francois, Thomas Grosge, Dominique Barchiesi et Robert Erra. A New Pseudo-Random Number Generator Based on Two Chaotic Maps, *INFORMATICA*, Vol. 24, No. 2, pp. 181–197.
- Valentin Hamon. Malicious URI Resolving in PDF Documents. *Journal in Computer Virology and Hacking Techniques*, Volume 9, Issue 2, pp. 65–76.

Conférences et articles invités (niveau international)

- Baptiste David, Olivier Ferrand & Sébastien Girardat. *Technical/intelligence presentation of CARBEP*. Pre-conference Programme, 22nd EICAR Conference, Hannover, November 17-19th, 2013, http://www.eicar.org/files/program_2013_final_2013-11-14.pdf
- Baptiste David. *All what you wish to learn on Microsoft x64 Assembly without having dared to ask*. Pre-conference Programme, 22nd EICAR Conference, Hannover, November 17-19th, 2013, http://www.eicar.org/files/program_2013_final_2013-11-14.pdf

Conférences et articles invités (niveau national)

- Éric Filiol & Thibaut Scherrer. *Introduction sur l'(In)sécurité des Mobiles (Smartphones, Tablettes)*. Salon professionnel Meet'Innov, Nogent sur Marne, Pavillon Baltard, 19 novembre 2013, <http://www.meetinnov.com/conferences/#conference-395>

- Baptiste David, Olivier Ferrand & Sébastien Girardat. *Analyse technique et aspects renseignement du malware CARBEP*. Conférence lors de la réunion annuelle des DSI et décideurs du Groupe Crédit Agricole, Journée Unité Sécurité Multimédia, 11 septembre 2013, Paris.
- Éric Filiol. *Le contrôle de la technologie*. Interview donnée en juin 2013 pour le site Thinkerview.com
- Éric Filiol, Valentin Hamon, Dorian Larget & Thibaut Scherrer. Démonstration d'attaques sur terminaux mobiles. Cérémonie de remise des Trophées de la sécurité 01 Business 2013, 21 mai 2013, Paris, <http://tropheesecurite.01.evenium.com/site/trophee-01-business-de-la-securite/programme;jsessionid=9XDE!0ipoJE52c2xTW-EkrQV.g12?surveyName=Default&pg=programme>
- Éric Filiol et Nicolas Ruff. *Les failles 0-day, enjeux techniques et stratégiques*. Petit-déjeuner/débat de l'Observatoire FIC, 11 avril 2013, Cercle du quartier des Célestins, <http://fic2013.com/prochain-petit-dejeuner-de-lobservatoire-fic-le-11-avril/>
- Éric Filiol. *La face cachée de la sécurité informatique ou les dessous d'Internet*. Club des Vigilants, 14 février 2013, <http://www.clubdesvigilants.com/archives/2013/02/la-face-cachee-de-la-securite-informatique-ou-les-dessous-dinternet/>
- Éric Filiol (avec Bernard Roussely, Franck Ermel, Vincent Bufferne et Martine Guignard). *Développement informatique sécurisé : comment intégrer la sécurité en amont ?*. Table ronde du 5e Forum International de la Sécurité (FIC 2013). Mardi 29 janvier 2013, Lille, <http://fic2013.com/presentation/developpement-informatique-securise-comment-integrer-la-securite-en-amont/>

Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- Robert Erra et Anthony Desnos. *Descriptive Entropy : Application to Security Software Analysis*. In : *Advanced Infocomm Technology, 5th IEEE International Conference ICAIT 2012, Lecture Notes in Computer Science 7593*, pp 225-230, Springer Verlag.
- Éric Filiol. *The control of Technology by Nation State : Past, Present and Future - The case of Cryptology and Information Security*. In : *Proceedings of ECIW 2013, Jyväskylä, Finland, July 11-12th, 2013*, pp. 62–69, ACPI Press, ISBN 978-1-909507-34-0.
- Grégory Commin et Éric Filiol. *Unrestricted Warfare versus Western Traditional Warfare : A Comparative Study*. In : *Proceedings of ECIW 2013, Jyväskylä, Finland, July 11-12th, 2013*, pp. 38–44, ACPI Press, ISBN 978-1-909507-34-0.
- Tom Austin, Éric Filiol & Sébastien Josse. *Exploring Hidden Markov Models for Virus Analysis : A Semantic Approach*, HICSS 2013, HICSS-46, Hawaii, January 2013.
- Ineke Weijer, Karin Ehnberg, Dijana Grd, Boris Kisic, Juan Muro Garrido-Lestache and Marc-Johan Tsalatsouzy. *The Influence of Joining the European Union on Human Trafficking*, In : *Proceedings of ECIW 2013, Jyväskylä, Finland, July 11-12th, 2013*, pp. 298–303,

ACPI Press, ISBN 978-1-909507-34-0.

- Olivier Ferrand. *How to detect the Cuckoo Sandbox and hardening it?*. In : Proceedings of the 22nd EICAR Conference, Hannovre, November 17-19th, 2013, pp. 135–153, http://www.eicar.org/files/program_2013_final_2013-11-14.pdf
- Olivier Ferrand. *What is the evolution of the WildList, and what is its future?*. In : Proceedings of the 22nd EICAR Conference, Hannovre, November 17-19th, 2013, pp. 85–92, http://www.eicar.org/files/program_2013_final_2013-11-14.pdf
- Dorian Larget. *Android betrays you : Data that you are unaware of on your Android smart-phone*. In : Proceedings of the 22nd EICAR Conference, Hannovre, November 17-19th, 2013, pp. 111–134, http://www.eicar.org/files/program_2013_final_2013-11-14.pdf
- Valentin Hamon. *Android botnets for multi-targeted attacks*. In : Proceedings of the 22nd EICAR Conference, Hannovre, November 17-19th, 2013, pp. 49–66, http://www.eicar.org/files/program_2013_final_2013-11-14.pdf

Conférences internationales avec comité de sélection sans actes

Les présentations (slides) et les vidéos de ces interventions sont disponibles sur le site des conférences correspondantes (en général l'année suivante).

- Baptiste David. *New Ways to Manage Secret for Software Protection*. Recon 2013, Montréal, 23 juin 2013, <http://recon.cx/2013/schedule/events/39.html> (Actes disponibles en ligne en 2014).
- Baptiste David. *New Ways to Manage Secret for Software Protection II*. Ground Zero Summit 2013, New Dehli, November 7-10th, 2013, <http://g0s.org>.
- Éric Filiol, Valentin Hamon, Dorian Larget & Thibaut Scherrer. *Operational Exploitation and Corruption of Android-based Systems...or What is Considered as an Evidence Cannot Indeed Be*. Ground Zero Summit 2013, New Dehli, November 7-10th, 2013, <http://g0s.org>.
- Éric Filiol et Thibaut Scherrer. *Securing Cities with CCTV? Not so Sure - A Urban Guerilla Perspective*. La nuit du Hack (NDH'2013), June 22nd 23rd, 2013, Paris.
- Éric Filiol. *The Control of Technology by Nation State : Past, Present and Future - The Case of Cryptology and Information Security*. Hacking in Paris (HIP) 2013, June 20th, 2013, Paris.

Conférences nationales avec comité de sélection et actes

- Éric Filiol et Christophe Rodriguez. *Virus informatique versus virus hépatique : similitudes et différences de prises en charge*. Actes du 15ème Forum National SOS Hépatites, « Hépatites : des différences face à l'indifférence », pp. 83–88, Éditions, Fédération SOS Hépatites.

Articles en *Open Access*

La publication en *Open Access* devient une tendance lourde, en particulier dans le monde anglo-saxon. Sans sacrifier ni la qualité ni la rigueur scientifique, elle permet de mettre rapidement et gratuitement à disposition de la communauté académique internationale des résultats de recherche théoriques et/ou appliqués aboutis.

Cette forme de publication (en particulier le site arxiv.org géré et maintenu par l'Université de Cornell) bénéficie d'une très large audience (beaucoup plus large que les revues scientifiques traditionnelles). Les chercheurs l'utilisent de plus en plus pour publier des versions étendues de travaux présentés dans des conférences avec comité de sélection.

- Baptiste David. *Windows Memory Oddities*, <http://cvo-lab.blogspot.fr/2013/03/windows-memory-protection-oddities.html>

Concours et Prix

Le laboratoire a encadré plusieurs étudiants (ALMARCHA Florian, BEROUD Louis et SCAZZOLA Paul) afin de présenter un projet dans le cadre d'un concours d'idées autour de l'*OpenDATA* organisé par le Conseil Général de la Mayenne. L'équipe ainsi constituée a remporté le concours en présentant un concept innovant associé à deux démonstrateurs fonctionnels (site web + appli Android).

- <http://www.ouest-france.fr/internet-les-etudiants-lavallois-enrichiront-open-data-53-1757901>
- <http://www.esiea.fr/le-projet-ecocitizen53-recompense-%283560%29.cml>

Le laboratoire ($C + V$)^O dans la presse

Pour l'année 2013 la médiatisation des travaux du laboratoire a été particulièrement riche et intense tant pour la presse écrite, qu'audio-visuelle et Internet, en France et à l'étranger. Pour 2013, ce sont plus de 800 « points presse » identifiés pour le laboratoire.

Les principaux sont :

- Émission Envoyé Spécial « *Smartphones sur écoute* ». France 2, 11 avril 2013.
- Interview lors de l'émission « *Grand Reportage - Syrie, deux ans de révolte, des rebelles connectés* » de Joan Tilouine, RFI, 15 mars 2013, <http://www.rfi.fr/emission/20130315-syrie-rebelles-connectes>.
- L'affaire Vupen où quand la compétence française fait peur aux États-Unis". Tribune du Cercle des Échos, 6 février 2013, <http://lecercle.lesechos.fr/entreprises-marches/high-tech-medias/internet/221164714/affaire-vupen-quand-competence-francaise-fai>.
- Tribune 01net, 14 janvier 2013, <http://pro.01net.com/editorial/584029/free-vs-google-david-s-incline-face-a-goliath/>
- « *Les futurs guerriers de la cyberguerre*. Article de Sciences & Avenir, mars 2013.

- Journal le Monde du 18 septembre 2013, http://www.lemonde.fr/technologies/article/2013/02/19/hackers-d-etat_1834943_651865.html
- Journal Nouvel Obs, du 31 octobre 2013.
- Interview Chaîne L24 news (Israël), 28 novembre 2013, http://www.youtube.com/watch?v=d_2mhZ_UaXs&feature=youtu.be
- Tribune CIO Online du 16 décembre 2013, <http://www.cio-online.com/contributions/lire-1-apres-prism-en-france-et-les-consequences-pour-les-entreprises-674.html>

Le laboratoire anime également sur France Bleu Mayenne, pendant une heure, une fois par mois, l'émission "*C'est bon à savoir*", dirigée par Philippe Guitton. Le but est de répondre aux auditeurs sur des questions liées à l'informatique.

Merci également à Ouest France, 20Minutes.fr, Le journal Le Monde (plusieurs interviews et articles), Radio Télévision Suisse (plusieurs interviews), 01Business, ItPro.fr, Handelsblatt (Allemagne), The Economist, La Tribune de Genève, theatrum-belli.org, clubic.com, Journal Jeune Afrique, Sécurité Off, Zataz.com, CNIS-Mag, Zdnet, cyber-defense.fr, undernews.fr, numerama.com, Le Parisien Magazine... et à tous ceux qui involontairement auraient été oubliés mais qui ont contribué très activement à faire connaître les activités de notre laboratoire.

Productions logicielles

L'année 2013 a vu la poursuite des projets initiés en 2011 avec leur montée en puissance pour certains d'entre eux. Quelques nouveaux projets ont vu le jour. La mise à disposition d'outils libres, ouverts et aboutis – dans le respect des réglementations existantes – est une volonté forte du laboratoire. Le nombre de téléchargements (plusieurs dizaines de milliers au total) témoigne de la validité de cette démarche. La plupart de ces productions logicielles sont validées, le plus souvent, par des publications scientifiques internationales.

Seuls les nouveaux projets ou ceux de 2012 ayant évolué en 2013 sont mentionnés ici.

- Richard Rey. *Projet ALCASAR (Application Libre Pour le Contrôle d'Accès Sécurisé Au Réseau)*. ALCASAR (<http://www.alcasar.net>) est un projet libre et indépendant, sous licence



GPL V3, de portail captif initié en 2008 par Richard REY et Franck BOUIJOUX. Il authentifie, impute et protège les accès à Internet des usagers indépendamment des équipements connectés. En France, il permet aux responsables d'un réseau de consultation Internet de répondre aux obligations légales. Intégrant des fonctions de filtrage, il répond aux besoins des organismes accueillant des mineurs.

Ce projet est conforme aux aspects juridiques et techniques suivants :

- Directive européenne 2006/24/CE sur la conservation des données.
- Loi française Numéro 2004-575 pour la confiance dans l'économie numérique (consolidée 19/05/2011).
- Décret français 2011-219 relatif à la conservation et à la communication des données permettant d'identifier toute personne ayant contribué à la création d'un contenu mis en ligne.
- Journalisation conforme aux préconisations de la CNIL et du CERTA (CERTA-2008-INF-005).
- Intégration des recommandations ANSSI (audit de sécurité et CSPN-2009/04).

Ce projet est déployé au sein de plusieurs ministères français et étrangers. Il est exploité par plusieurs centaines d'entreprises et de collectivités. À l'ESIEA, il est utilisé comme support pédagogique pour les cours « sécurité réseaufg du mastère N&IS. Au laboratoire, il est le support opérationnel de plusieurs sujets d'étude et de recherche (projets PAIR, PSI, E.R, stages mastère) dans les domaines suivants :

- optimisation des chaînes de filtrage des flux applicatifs,
- élaboration de systèmes d'équilibrage de charge par critères statistiques,
- intégration et validation d'un moteur antivirus sécurisé,
- étude comportementale d'un pare-feu authentifiant par règle d'usagers,
- étude des systèmes de contournement de filtrage,
- évaluation et maintien en sécurité afin de répondre aux critères de l'Agence Nationale SSI (ANSSI).

Sous l'impulsion du laboratoire (encadrements d'étudiants, sujets de recherche, supports de cours réseau, etc), le projet ALCASAR a pu bénéficier de plusieurs évolutions remarquables :

- Intégration et exploitation d'une sonde d'analyse réseau de type *NetFlow*.
- Évolution du détecteur d'intrusion embarqué.
- Intégration de plus de 20 points d'évolution demandés par les organismes exploitant le produit (ministères, collectivités, entreprises privées, etc.).
- Présentation du produit aux 100 RSSI du MintINT dans le cadre de leur colloque annuel (Gif/Yvette).
- Sortie de deux versions stables (V2.7 et V2.8).
- Intégration à l'équipe de mainteneur officiel des paquets « RPM » de la distribution Linux européenne « Mageia »/Alcasar.

- Éric Filiol et Olivier Ferrand. *Projet SEClamav*. Production d'un antivirus sécurisé, durci et intégrant de nouvelles technologies antivirales puissantes notamment dans le domaine de la détection comportementale. Cet antivirus est développé sur une base CLAMAV et est libre, gratuit et ouvert. Nouveauté 2013 : mise à jour des versions en cours, création d'outils d'analyse de malware, de production de signatures, création de bases de signatures non publiques (base OIV), optimisation combinatoire de la base permettant d'en réduire fortement la taille tout en assurant la détection de plus de 5 millions de malware... Ce projet est progressivement intégré au projet DAVFI (versions Linux et Windows). Site officiel : <http://code.google.com/p/se-clamav/>
- Éric Filiol. *Librairie PERSEUS*. *PERSEUS library is an open source technology whose aim is to secure any kind of communication streams against illegitimate or abusive eavesdropping*

except for Nation State Security offices, provided that a suitable, huge computing power is used (from tens of hours with a supercomputer). PERSEUS enables to provide at the same time users' needs for privacy and confidentiality while preserving the ability of security agencies (police, defense, national security...) to eavesdrop communications of really bad actors (terrorists, child pornographers...). The PERSEUS technology can be very useful in different cases :

- *To protect against illegal or abusive eavesdropping activity by malware on a large scale (e.g. botnets which are listening on non standard TCP ports rather than hooking keyboards for example ; hooking techniques are indeed supposed to be detected by antivirus software).*
- *To protect against private stream eavesdropping by private intelligence companies (consuming behaviour analysis, economic intelligence, non legal eavesdropping...).*
- *To protect communications from "non democratic" states towards democratic states (e.g ; journalists).*
- *To protect professional of business communications in countries where cryptography use is limited or forbidden.*

En 2013 : publication de l'application *SMSPerseus* pour le chiffrement des SMS sous Android en version 1.0, sur le repository Google et sur le Google Play (marché français pour des questions d'exportation). La publication de la version 2 (intégration de la librairie GMP et OpenSSL, renforcement algorithmique) se fera en mars 2014.

Site officiel : <http://code.google.com/p/libperseus/>

Activités scientifiques diverses

Participation à des jurys de thèses

- Éric Filiol. Rapporteur de la thèse de Sofia Bekrar « *Recherche de Vulnérabilités Logicielles par Frelatage (Fuzzing) Intelligent* ». Doctorat de l'université de Grenoble/INP ENSIMAG (spécialité Informatique). Soutenue le 10 octobre 2013 à l'ENSIMAG.

Organisation de conférences internationales

Le laboratoire a participé à l'organisation des conférences internationales suivantes :

- EICAR 2012, May 2012, Lisbon Portugal, Program Chair (É. Filiol), <http://www.eicar.org>
- ECIW 2012, July 2012, Laval, France, Conference Chair (É Filiol), Program Chair (R. Erra), <http://http://academic-conferences.org/eciw/eciw2012/eciw12-home.htm>
- 5th IEEE International Conference on Advanced Infocomm Technology (ICAIT 2012), Paris, France, July 2012. Program and General Chair (Vincent GUYOT), Steering Comitee (R. Erra). Site : <http://www.icaitlet2012.org/>
- The First Workshop on Information Hiding Techniques for Internet Anonymity and Privacy (IHTIAP 2012), Venice, Italy, June 2012, (co-organisation V. Guyot), <http://www.iaria.org/conferences2012/IHTIAP.html>

- 26ème congrès DNAC (« De Nouvelles Architectures pour les Communications »), Paris, France, November 5th-7th 2012, (co-organisation V. Guyot), <http://www-phare.lip6.fr/dnac/dnac2012/>
- Third Asian Himalayas International Conference on Internet (IEEE AH-ICI2012), November 23th-25th 2012, Kathmandu, Nepal, (co-organisation V. Guyot), <http://www.ah-ici.org/ah-ici2012/>

Participation à des comités de programmes

Le laboratoire a participé à aux comités de programme suivants :

- Forum International de la Cybercriminalité (FIC) 2013, Lille, janvier 2013 (Éric Filiol).
- HIP 2013, Paris (Éric Filiol).
- GreHack 2013, Grenoble (Éric Filiol).
- EICAR 2013 (Éric Filiol [Program Chair], Vincent Guyot), Hannovre, novembre 2013.
- DNAC 2013 (Vincent Guyot, comités de programme et d'organisation), Paris, novembre 2013.
- IEEE AICT 2013 (Vincent Guyot, Technical Program Co-chair), Octobre, 2013, Baku, Azerbaijan.
- IEEE ICAIT 2013 (Vincent Guyot, International Advisory Committee), July 2013, Hsinchu, Taiwan.
- CIT'2013 - ETCC'2013 (3er Congreso Internacional de Telecomunicaciones (CIT'2013) y IV Simposio Internacional de Electrónica, Telecomunicaciones y Ciencias de la Computación (ETCC'2013)) (É. Filiol)

Activités de revue d'articles (*peer-reviewing*)

L'activité de *peer-reviewing*, pour 2012, s'est effectuée au profit des revues et conférences suivantes :

- *Journal of Computer Engineering and Information Technology* (É. Filiol).
- *Journal of Systems and Software* (É. Filiol)

Animations scientifiques

Le laboratoire a assuré l'animation tactique des deux semaines de programme intensif Erasmus *e-Discovery : detective in the digital age* à l'ESIEA, LAVAL en février 2013. troisième et dernière phase d'un cycle de 3 ans, qui a préalablement été accueilli par la *Hogeschool van Amsterdam*

en 2011 et l'université de Salford, Manchester en 2012, le sujet de ce cycle de programme intensif Erasmus a pour objectif principal de produire un « *e-discovery readiness checklist* » pour la commission européenne, c'est-à-dire de produire une liste de tout ce qu'une entreprise ou une instance gouvernementale doit mettre en place pour rendre ses données numériques exploitables lors d'une enquête judiciaire. Ce programme vise également à instruire les étudiants aux principales techniques et problématiques du forensics à des fins d'intelligence économique. Sept pays et universités (France, Pays-Bas, Espagne, Angleterre, Allemagne, Suède et Croatie) participent à ce programme. Le principal intérêt de ce programme est de constituer des équipes aux profils mixtes (profils techniques et profils sciences humaines en droit et histoire).

Pour l'édition 2013, le laboratoire était chargé

- de l'organisation technique et scientifiques des deux semaines ;
- du thème tactique. Chaque équipe d'étudiants devait cette année écrire un rapport de renseignement concernant dix sujets de préoccupation politiques, stratégiques, de sécurité intérieure européenne... en analysant une grande masse de documents issus de leaks survenus en 2012 et 2013 dans le monde. Le point de départ était constitué d'un scellé (disque dur) contenant des fichiers *Wikileaks*, *cablegate* et *spyfiles* (versions complètes) ou d'origine interne à certaines entreprises européennes. Le laboratoire a également assuré le soutien pédagogique lié aux problématiques et techniques de renseignements ;
- de la valorisation académiques des deux meilleurs rapports produits. Les groupes d'étudiants finalistes ont rédigé un article académique, lequel a été soumis pour présentation lors de la conférence ECIW 2013. Une contribution a été sélectionnée et présentée par le groupe d'étudiant concerné lors de cette conférence avec publication dans les actes (voir section *Conférences internationales avec comité de sélection et actes*).

Site officiel du programme (accès restreint) : <https://oege.ie.hva.nl/~ediscovery/ip2013/>.

Responsabilités éditoriales

- Eric Filiol anime et dirige au titre d'éditeur en chef, le journal de recherche *Journal in Computer Virology and Hacking Techniques* publié par Springer, leader mondial de l'édition scientifique. Cette revue de recherche est la revue de référence dans le domaine de la virologie informatique et des technologies du hacking. Le board de ce journal réunit les meilleurs spécialistes mondiaux dans le domaine. La revue est indexée par les plus grandes bases scientifiques. Le volume 9 (quatre numéros) a été publié en 2013.
- Eric Filiol est le Directeur scientifique du *European Institute of Computer Antivirus Research*, Munich, Allemagne. Il quittera ses fonctions en 2014.

Contrats et transferts technologiques 2013

Contrats

Du fait de la sensibilité de certains contrats, et à la demande de certains industriels, les identités de ces derniers et la nature des travaux sont confidentielles. Ces résultats financiers (contrats facturés et payés) ont été vérifiés et validés par le commissaire aux comptes du groupe ESIEA.

- Contrat CEA (CEA/DAM & CEA/DSV/iMETI/SEPIA & CEA/DSM/SAC/Dir) - Primo-analyse de sécurité sur un logiciel CEA/DAM. Confidentiel.
- Contrat société *Synthèse 3D*, développement d'un logiciel sous Android.
- Contrat DCNS - Encadrement thèse CIFFRE (fin).
- Contrat DAVFI (partie 2/3). Voir Section suivante.
- Contrat Stéganobox, ARX_Arcéo. Financement OSEO. Fin du projet en décembre 2014.
- Contrat MMP (*Module Matériel Perseus*). Développement d'un module matériel transparent pour la protection des flux réseau. Financement OSEO. Fin du projet en juin 2015.
- Contrat INFRASEC, Tevalis, Rennes (fin de projet 2016). Modélisation de scénario d'attaques généralisées contre des infrastructures critiques. Confidentiel.

Projets industriels

Le laboratoire $(C+V)^O$, en 2011 a participé à et/ou créé plusieurs projets à finalité industrielle. Ces projets, validés, sur le plan technique et labellisés, font actuellement l'objet de demandes de financements.

- Projet DAVFI (*Démonstrateur Anti Virus Français et International*). Proposé dans le cadre du « *Grand Emprunt* » (Appel à projet numéro 2 - Sécurité et résilience des réseaux) par un consortium constitué des sociétés *Nov-It* (<http://www.nov-it.fr/>) [chef de file], *Qosmos* (<http://www.qosmos.com/>), *Teclib* (<http://www.teclib.com/>) avec la participation technique et le soutien du directeur technique du projet *Honeynet.org*, ce projet vise à concevoir et à réaliser un antivirus français libre, ouvert, de confiance, adoptant des approches techniques totalement différentes de celles existantes, ces dernières ayant ont prouvé leurs limites. Cet antivirus existera sous deux versions, l'un pour le grand public, l'autre professionnelle (avec des services ajoutés, en particulier pour les Opérateurs d'Importance Vitale [OIV]). Le laboratoire $(C+V)^O$ sera chargé de la conception et de la réalisation du moteur antiviral proprement dit pour les environnements Windows, Unix et Android. Ce projet a été labellisé par le pôle de compétitivité *System@tic* et a reçu le soutien de plusieurs organismes et entités : l'AFUL (*Association francophones des Utilisateurs de Logiciels libres*), le groupe thématique Logiciel Libre du pôle *System@tic* Paris-Région, l'APRIL (*Association pour la promotion et la défense du logiciel libre*), le ministère de l'Éducation Nationale (projet Éole), la Gendarmerie Nationale, la CGPME. . . Dans le cadre de ce projet, le laboratoire $(C+V)^O$ va héberger le concentrateur *Honeynet.org* qui permette de surveiller l'activité antivirale mondiale, collecter des souches et disposer ainsi d'une relative autonomie dans le domaine.

Le démonstrateur pour la version Android (smartphones et tablettes) a été livré en octobre 2013 et sa commercialisation par la société Nov-It commencera en avril 2014.

Site officiel du projet : <http://www.davfi.fr>

- **Projet MMP (*Module Matériel Perseus*)**. Ce projet consiste à développer un module matériel miniature de la taille d'une clef USB, permettant de protéger automatiquement et de manière transparente, tous les flux sortants avec la technologie PERSEUS développée par le laboratoire. Ce module intégrera de l'authentification forte, des fonctions de coffre-fort numérique, un système d'exploitation à faible empreinte, une pile de protocoles de type IPSec développée de zéro
Ce module existera en versions grand public et professionnelle. Cette dernière intéresse les personnes en forte mobilité professionnelle et souhaitant protéger ses données et communications. Ce projet a été labellisé par le pôle de compétitivité *Images & Réseaux* et a d'ores et déjà reçu le soutien et l'intérêt de journalistes, ONG, professionnels. . . qui seront impliqués dans la phase finale de test du module.
- **Projet *Steganobox*** dans le cadre d'un consortium piloté par la société ARX_Arcéo (<http://www.arx-arceo.com/fr/accueil.php>) avec la société Ace Timing (<http://www.acetiming.fr/>). Ce projet consiste à développer des équipements réseaux dédiés à la détection de l'usage de la stéganographie.
Ce projet a été labellisé par le pôle de compétitivité *Images & Réseaux*.
- **Projet *InfraSec*** avec ARX Arcéo et Tevalis. Modélisation de scénario d'attaques généralisées contre des infrastructures critiques. Ce projet a été labellisé par le pôle de compétitivité *Images & Réseaux*.

Partenariats industriels

Le but est de développer des synergies avec des acteurs industriels reconnus au profit de nos étudiants mastères spécialisés et/ou de la recherche menée au laboratoire. Pour l'année 2013, deux partenariats ont été signés :

- **Société Quotium (<http://www.quotium.fr>)**. Octroi de licences du logiciel SEEKER, spécialisé dans l'analyse de vulnérabilités des applications web. Ce logiciel sera utilisé par les étudiants du Mastère Spécialisé N&IS qui exploiteront une plateforme SEEKER réseau dédiée, dans le cadre de la formation au développement sécurisé et aux techniques d'audit. A terme, une certification sur la technologie SEEKER sera proposée aux étudiants. Cette plateforme sera aussi utilisée dans le cadre des travaux de R&D du laboratoire, avec une première utilisation dans le cadre du projet DAVFI.
- **Sociétés Arkoon et Netasq (groupe Airbus)**. Afin de former les étudiants aux problématiques de sécurité dans les grands groupes, le laboratoire s'est rapproché des éditeurs français Arkoon et Netasq pour initier un partenariat stratégique. Concrètement, les étudiants de l'ESIEA (Mastère Spécialisé N&IS, étudiants ESIEA) exploiteront une plateforme de sécurité réseau dédiée, mise en place dans le cadre des travaux réalisés au sein du laboratoire. De plus, les équipes d'Arkoon et Netasq formeront des personnels du laboratoire aux certifications ACSA d'Arkoon et CNA de Netasq. Ces derniers seront ainsi chargés d'enseigner aux étudiants et de faire évoluer la plateforme de sécurité. Le but est également de certifier les étudiants ESIEA.