



Recherche  
et développement industriel  
Rapport d'activité 2012

- § -

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

Direction de la Recherche  
et du Développement Industriel



# Table des matières

<b>Présentation de la Direction de la Recherche et du Développement Industriel</b>	<b>7</b>
Rôles et missions de la DRDI . . . . .	7
Bilan de l'activité 2012 . . . . .	9
Axes d'effort en 2013 . . . . .	11
Comité scientifique ESIEA . . . . .	12
Contacts DRDI . . . . .	13
<b>Pôle Art et Recherche NUMérique (ARNUM)</b>	<b>15</b>
Présentation du pôle ARNUM . . . . .	15
Composition du pôle ARNUM . . . . .	15
Thèmes de recherche et compétences . . . . .	18
Créations artistiques . . . . .	19
<i>Prana</i> . . . . .	19
Magie augmentée . . . . .	20
Collaboration avec des artistes . . . . .	21
<i>Tunnels around the world (TAW) (Contrat)</i> . . . . .	21
<i>XVII-VIXI</i> . . . . .	22
<i>Principe</i> . . . . .	22
Description . . . . .	23
Bâton de LEDs pour spectacle de jonglage (contrat) . . . . .	24
Relation Art-science . . . . .	26
Projet <i>Warholise-moi</i> . . . . .	26
Pérennisation du numérique dans l'art : traduction du <i>Flash</i> en <i>Java</i> . Exemple de l'œuvre <i>PQV</i> de l'artiste Peter Luining . . . . .	28
Didactique des sciences par les arts et la magie . . . . .	29
Mathématiques . . . . .	30
Informatique . . . . .	30
Électronique numérique . . . . .	31
Cryptanalyse . . . . .	32
Activités scientifiques ArNum . . . . .	32
Groupe de Recherche (GdR) ESARS (2013-2016) . . . . .	32
Responsabilité scientifique des archives du critique d'art Raoul-Jean Moulin . . . . .	33
Expertises . . . . .	33
Projets d'étudiants . . . . .	33
Stages préparés au pôle ARNUM . . . . .	34
Publications et productions ARNUM . . . . .	34
Revue internationale à comité de lecture . . . . .	34

Revue nationale à comité de lecture . . . . .	35
Conférences et articles invités (niveau international) . . . . .	36
Conférences et articles invités (niveau national) . . . . .	36
Conférences internationales avec comité de sélection et actes . . . . .	38
Concours et prix . . . . .	39
<b>Pôle Acquisition et Traitement des Images et des Signaux (ATIS)</b>	<b>41</b>
Présentation du laboratoire . . . . .	41
Description générale du pôle ATIS . . . . .	41
Composition du pôle ATIS . . . . .	41
Direction . . . . .	41
Équipe permanente . . . . .	42
Équipe non permanente . . . . .	42
Principaux travaux réalisés . . . . .	43
Télédétection spatiale . . . . .	43
Développement de stations de réception d'images satellitaires . . . . .	43
Éducation à la télédétection . . . . .	43
Robots d'exploration aériens . . . . .	43
Drone à voilure tournante : quadrirotors . . . . .	44
Drone à voilure fixe : aile delta . . . . .	44
Robots d'exploration sous-marins . . . . .	46
Aquatis . . . . .	46
Ryujin . . . . .	47
Autres robots d'exploration . . . . .	49
Robot de surface : ASV . . . . .	49
Robot d'exploration roulant : Bl'Hack Panther . . . . .	49
Micro Sonde : CanSat . . . . .	50
Innovations pédagogiques . . . . .	51
ULC . . . . .	51
ULC . . . . .	51
Autocorrect . . . . .	51
Partenariats recherche et enseignement supérieur . . . . .	52
Partenaires sous convention . . . . .	52
Partenaires de recherche . . . . .	52
Enseignement dans des programmes Masters extérieurs . . . . .	53
Stages et thèses . . . . .	53
Thèses en cours . . . . .	53
Encadrements de projets étudiants . . . . .	53
Publications et productions du pôle ATIS . . . . .	53
Conférences internationales avec comité de sélection et actes . . . . .	53
Concours et prix . . . . .	55
<b>Pôle Réalité Virtuelle et Systèmes Embarqués (RVSE)</b>	<b>57</b>
Présentation du pôle . . . . .	57
Composition du pôle RVSE . . . . .	57
Stages et thèses . . . . .	58
Thèses en cours . . . . .	58

Publications . . . . .	61
Brevets . . . . .	61
Conférences internationales avec comité de sélection et actes . . . . .	61
Conférences nationales invitées . . . . .	61
Conférences internationales avec comité de sélection sans actes . . . . .	62
Prix & Récompenses . . . . .	62
Le pôle RVSE dans la presse . . . . .	62
Contrats et transferts technologiques 2012 . . . . .	62
Contrat Essilor . . . . .	62
Contrat GenouRob . . . . .	63
Projet IP3 . . . . .	63
Projet ROTAM . . . . .	63
Contrat RIAM . . . . .	64
Contrat SYNTHÈSE3D . . . . .	64
Contrat Clarté . . . . .	65
Contrat <i>ValidEYE</i> . . . . .	65
<b>Laboratoire de Virologie et Cryptologie Opérationnelles ((<math>C + V</math>)<sup>O</sup>)</b>	<b>67</b>
Présentation du laboratoire . . . . .	67
Thèmes de recherche . . . . .	68
Composition du laboratoire . . . . .	70
Stages et thèses . . . . .	73
Thèses soutenues en 2012 . . . . .	73
Thèses en cours . . . . .	73
Stages Master - Mastère et Ingénieur 2012 . . . . .	74
Stages 2012 (cycle L) . . . . .	74
Publications . . . . .	74
Ouvrages et chapitres d'ouvrages . . . . .	74
Revue internationale à comité de lecture . . . . .	75
Revue nationale à comité de lecture . . . . .	75
Conférences et articles invités (niveau international) . . . . .	75
Conférences et articles invités (niveau national) . . . . .	76
Conférences internationales avec comité de sélection et actes . . . . .	76
Conférences internationales avec comité de sélection sans actes . . . . .	77
Articles en <i>Open Access</i> . . . . .	77
Le laboratoire ( $C + V$ ) <sup>O</sup> dans la presse . . . . .	78
Productions logicielles . . . . .	78
Activités scientifiques diverses . . . . .	80
Prix & qualifications . . . . .	80
Organisation de conférences internationales . . . . .	80
Activités de revue d'articles ( <i>peer-reviewing</i> ) . . . . .	81
Animations scientifiques . . . . .	81
Responsabilités éditoriales . . . . .	82
Contrats et transferts technologiques 2011 . . . . .	82
Contrats . . . . .	82
Projets industriels . . . . .	83



# Présentation de la Direction de la Recherche et du Développement Industriel

## Rôles et missions de la DRDI

Le rôle de la Direction de la Recherche et du Développement Industriel (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. Le *mobile computing* (premier cours donné en 2010 aux 5A et sponsorisé par les sociétés *Apple* et *Google*) et l'importance grandissante – voire la renaissance – de l'électronique sont deux exemples identifiés en 2009 et qui ont fait l'objet d'efforts particuliers en 2010 et 2011. La DRDI a également 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.

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.

- Poursuivre la politique de recherche au sein de l'école dans le respect des orientations émanant 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 – et travaille au renouvellement de cette contractualisation 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 2012. 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 2012

L’année 2012 a été marquée par une production soutenue à la fois en qualité et en quantité, poursuivant le rythme de 2011. Elle a aussi été placée sous le signe d’une médiatisation importante et intense (presse audio-visuelle nationale) avec près de 700 points de presse identifiés. Le tableau 1 résume les principales productions de la DRDI en 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 a joué un rôle significatif.

Les conclusions du rapport d’analyse de l’AERES de novembre 2012 reconnaissent à l’ESIEA une réelle capacité à mener, malgré des moyens limités, des activités de recherche reconnues et en fort lien avec la formation.

Dernier en date, le projet DAVFI a traduit cette reconnaissance réelle sur nos domaines de spécialité. DAVFI est un projet de développement d’un antivirus français, dans lequel l’ESIEA assure la conception et le développement du moteur antiviral. Le programme est soutenu par le Fonds national pour la Société Numérique (FSN) dans le cadre des Investissements d’Avenir.

Au-delà de cet exemple, l’activité de recherche contribue au développement de l’école et notamment à sa pédagogie, par exemple par le dispositif « espoir recherche », ou encore la création de nouvelles offres de formation (options de cycle M, Mastères spécialisés ou Badge, formation continue...), à son modèle économique, et à la notoriété et l’attractivité de ses formations, tant en France qu’à l’international.

Faisons un bilan sur les priorités qui avaient été définies pour 2012 :

- la forte progression du nombre de docteurs et de HDR dans le corps des enseignants-chercheurs, action critique et prioritaire, n’a pu être réalisée en 2012 (en particulier le passage

Type de production	Nombre en 2012
Ouvrages et chapitres d'ouvrages	1
Brevets	1
Articles dans revues Internationales (avec comité de lecture)	20
Articles dans revues nationales (avec comité de lecture)	12
Conférences/articles invités (niveau international)	8
Conférences/articles invités (niveau national)	12
Conférences internationales (avec comité de sélection et actes)	16
Conférences internationales (avec comité de sélection sans actes)	4
Thèses soutenues	1
Thèses en cours	7
Prix	5
Logiciels libres	4

**Table 1** – *Résumé des principales productions DRDI en 2012*

de deux HDR, en interne en 2012 repoussées à 2013). Le recrutement d'un HDR externe n'a pu se faire en 2012 (pas de candidats sélectionnés en 2012).

- Développement des contrats et actions de transfert technologiques. L'année 2012 a, de ce point de vue, été une année prolifique, en particulier avec l'obtention du projet DAVFI (projet « Grand Emprunt ») et de deux projets financés par OSEO (« *Stéganobox* » et MMP). Les négociations du pôle RVSE avec la société ESSILOR, durant 2012, pour signer un contrat-cadre sont en bonne voie pour une signature en 2013.
- la restructuration des équipes de recherche dans le but de mieux correspondre aux critères de l'AERES a vu la fusion du laboratoire  $(C + V)^O$  avec le pôle S&IS, renforçant la thématique « sécurité » grâce à une entité d'une masse critique plus proche des critères AERES. La montée en puissance du pôle RVSE a, en revanche, été repoussée à 2013.
- poursuite du développement des collaborations internationales (industrielles et/ou acadé-

miques). L'année 2012 a encore été relativement timide puisque seuls quatre stagiaires étrangers (Thaïlande, Inde et Japon) et deux professeurs étrangers (Pays-bas) ont fait un séjour dans le groupe, au titre de la recherche. Le développement des enseignements techniques de haut niveau en anglais s'est poursuivi : montée en puissance de la scolarité du mastère spécialisé « *Network & Information Security* » et passage des enseignements mineurs sécurité 5A en langue anglaise.

- la politique de promotion de l'activité de publication, en particulier dans les conférences et journaux de recherche internationaux de rang A et B, s'est poursuivie avec le maintien du nombre de publications de rang classé (A, B et C).

## Axes d'effort en 2013

L'année 2013, comme l'était 2012, sera une année cruciale car nous devons renouveler à la fois la contractualisation avec l'État et notre contrat triennal avec les partenaires institutionnels lavallois. Le groupe ESIEA participe aux missions de service public que constituent l'enseignement supérieur et la recherche et la DRDI doit participer activement au renouvellement de la confiance de l'État en notre travail.

La période 2008 - 2012 a été celle des années de restructuration, de recensement et de consolidation de notre recherche. La prochaine période – 2013 - 2018 – sera celle de la montée en puissance de la recherche et de sa nécessaire mutation pour s'adapter aux profondes mutations en cours dans l'enseignement supérieur, avec pour principal souci la conformité aux critères du MESR en harmonie avec notre spécificité et notre culture d'école d'ingénieur. Outre la poursuite des actions des années précédentes, les principaux axes d'efforts seront :

- la progression significative du nombre de docteurs et de HDR dans le corps des enseignants-chercheurs reste la priorité pour 2013. La politique de forte incitation – en accord avec la Direction Générale du groupe – sera accentuée. Le nombre de HDR doit en particulier permettre d'augmenter le nombre de thèses préparées dans la DRDI. Il est également prévu le recrutement d'un HDR au profit du pôle RVSE.
- le développement des contrats collaboratifs (projets ANR, FP7) en associations avec d'autres entités de recherche. Il est important participer activement à ce titre de projets et de ne plus se contenter de réaliser des contrats de transferts technologiques ou de R&D seul dans son coin uniquement. La recherche de demain sera éminemment collaborative ou ne sera pas. Il est nécessaire que le groupe s'inscrive rapidement dans cette évolution. Cela passe en particulier par la mutualisation entre laboratoires des procédures de montage et de dépôt de dossiers.
- la restructuration des équipes de recherche dans le but de mieux correspondre aux critères de l'AERES et la définition de *roadmap* pour chaque pôle. L'année 2013 sera consacrée à la définition claire et précise de la stratégie de chacun d'entre eux. Un accent sera mis en particulier sur les collaborations transverses (inter pôles), les thématiques sectorielles et métier. L'idée est de parvenir à la naissance d'un laboratoire de recherche, divisé en plusieurs pôles, d'une taille suffisamment critique pour permettre une labellisation AERES en propre.
- poursuite du développement des collaborations internationales (industrielles et/ou acadé-

miques) en collaboration avec la direction des relations internationales du groupe. L'année 2013 doit organiser et définir :

- des stratégies claires et volontaristes d'accueil d'étudiants MSc, PhD ou Postdoc étrangers,
  - des échanges croisés d'enseignants-chercheurs (séjours courts, interventions pédagogiques croisées...),
  - des projets collaboratifs (programmes Erasmus, Brafitec, cotutelles de thèses...),
  - la poursuite de l'offre d'enseignements en cycle M en langue anglaise. La majeure sécurité ouverte en 2013 sera en langue anglaise, dans la continuité de ce qui a été fait avec les mineures sécurité en 2012.
- la poursuite de la politique de promotion de l'activité de publication, en particulier dans les conférences et journaux de recherche internationaux de rang A et B.

## 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 Riguidel, Télécom ParisTech.
- Monsieur le professeur Jean-Paul RUDANT, Université de Marne-la-Vallée.
- Madame Samia Souldani-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](mailto: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](mailto: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](mailto:beaudoin@esiea.fr)

- Laboratoire de Cryptologie et Virologie Opérationnelles ( $C + V$ )<sup>O</sup>

ESIEA - ( $C + V$ )<sup>O</sup>, 38 rue des Dr Calmette et Guérin, 53000 Laval

Eric Filiol

Email : [filiol@esiea-ouest.fr](mailto: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](mailto: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<sup>©</sup> (*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 laboratoire 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](mailto: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](mailto: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](mailto: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](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.

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](mailto: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](mailto: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.

- Espoirs Recherche

- Emmanuelle Clayes (4ème année ESIEA).
- Bérénice Reffet (4ème année ESIEA).
- Jérémy Villemain (4ème année ESIEA, travailleur indépendant).

- Partenariats
  - Musée d’art contemporain du Val-de-Marne (MAC/VAL), <http://www.macval.fr/>
  - Espace multimédia Gantner - Territoire de Belfort, <http://www.espacemultimediagantner.cg90.net/>
- Site web du pôle ARNUM :  
[http://www.esiea.fr/art-et-recherche-numerique-\(arnum\)-\(2157\).cml](http://www.esiea.fr/art-et-recherche-numerique-(arnum)-(2157).cml)

## Thèmes de recherche et compétences

ARNUM est le pôle d’art–science de l’ESIEA, créé en 2007. Les activités de recherche de 2012 l’ont conforté dans le choix de ses thématiques et dans le développement de ses compétences propres, reconnues cette année par des contrat de recherche et des expertises.

La création artistique associant les technologies du numérique est le centre névralgique du pôle, qu’elle soit à l’initiative d’artistes, des chercheurs d’ARNUM ou d’étudiants. 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 complète ceux abordés les années précédentes, tout en assurant une plateforme aux projets créatifs des étudiants dont l’implication va pouvoir s’accroître avec la montée en puissance et la formalisation du statut d’Espoir Recherche.

En 2013, outre les collaborations avec des artistes, nous poursuivrons notre recherche sur la pérennisation du numérique dans l’art, essentiellement de manière appliquée en documentant techniquement les œuvres sur lesquelles nous intervenons. Un tapis sensitif un peu augmenté verra le jour au premier semestre, avec une interface homme-machine suffisamment paramétrable pour permettre à des artistes de l’utiliser et de le détourner rapidement. Enfin, nous creuserons une thématique qui nous est chère et dans laquelle se cristallisent les rapports art-science – l’esthétique de l’erreur – par l’intermédiaire d’une recherche approfondie sur le *Glitch art* (ou art du bug) qui devrait aboutir, après expérimentations, à une « esthétique de l’erreur volontaire ». Le rapport d’activités d’ARNUM s’organise autour des thématiques suivantes :

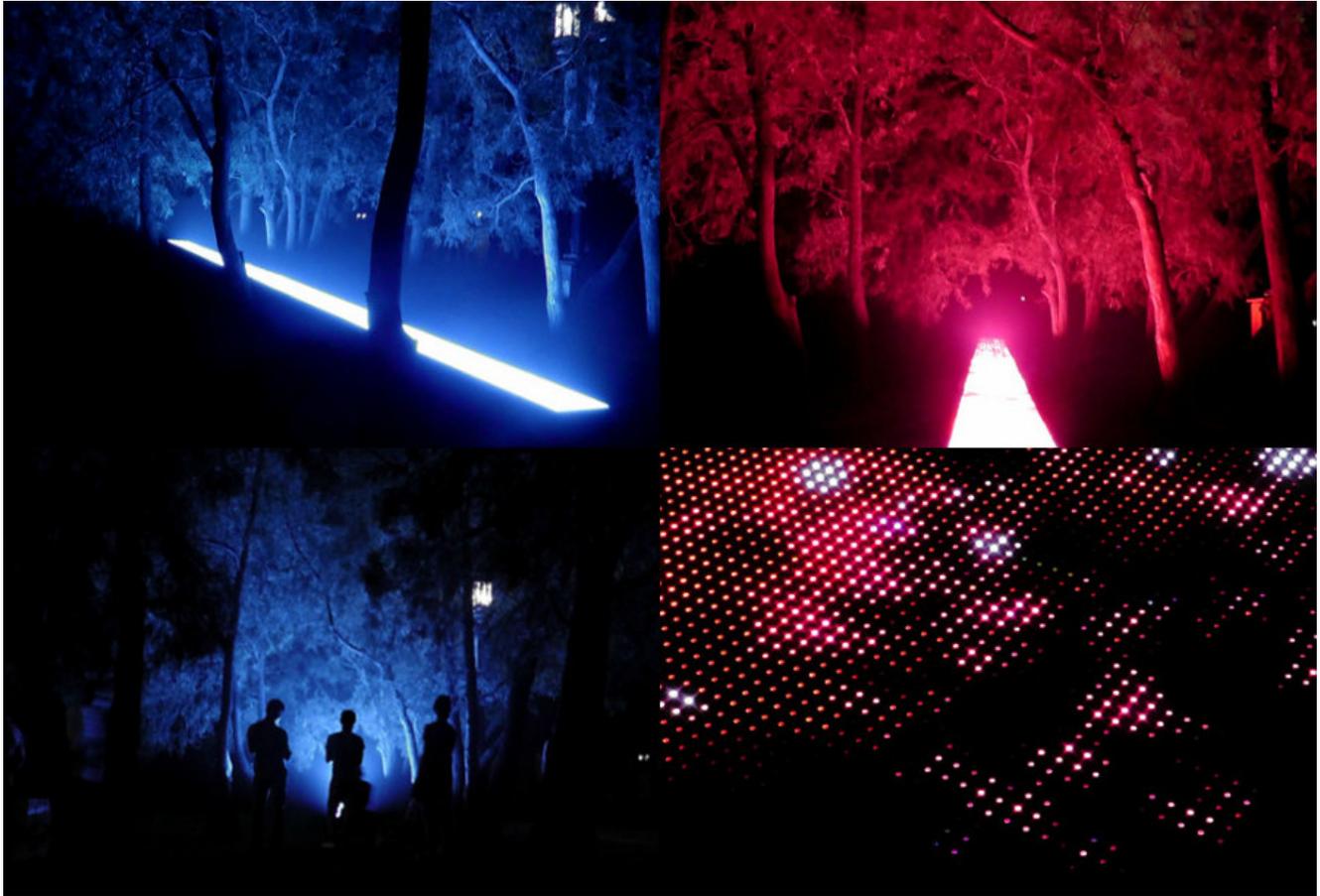
- Créations artistiques.
  - *Prana*.
  - Magie augmentée.
- Collaborations avec des artistes
  - *Tunnels around the world*.
  - *XVII-VIXI*.
  - Magie : le bâton intelligent.
- Relation Art-Science
  - Archivage et pérennisation des données numériques dans l’art et la culture.
  - Warholise-moi.
  - Didactique des sciences par les arts – la magie.
- Activités scientifiques d’ARNUM.
- Projets et stages d’étudiants.

## Créations artistiques

### *Prana*

Reponsable : Laurent Brun.

Cette création désigne une installation lumineuse et sonore à programmation aléatoire de Laurent Brun et Hélène Eastwood, exposée à *Switch on Beijing light festival* 2012 (Figure 1). À l'occasion de *Paris Nuit Blanche 2011*, Laurent Brun avait requis la participation d'ARNUM et



**Figure 1** – Installation *Prana* de Laurent Brun et Helen Eastwood pour *Switch on Beijing light festival*, du 10 au 19 août 2012. <http://www.lnlo.net/switch-on-beijing-2012.html>

du Bureau des Arts de l'ESIEA Paris pour son installation *Prana* en l'église Saint-Séverin. Deux colonnes de LEDs animaient de leur respiration le cœur de l'église (voir rapport de la recherche 2011).

L'une d'elle est partie jusqu'en Chine où elle a reposé cette fois sur le sol du jardin Ditan Park, « Temple of earth ». *Prana* a revêtu là-bas une dimension toute différente, passant du sacré au païen en irradiant tous les arbres alentours de sa circulation et de son souffle. Pendant les dix jours du festival des lumières, *Prana* est devenue à la nuit tombée le cœur de la terre et des arbres de Beijing.

## Magie augmentée

Responsable : Claire Leroux.

Spectacle performance de Moulla Diabi au *Laval Virtual 2012* – Prix spécial de l'innovation.



**Figure 2** – Nouveau spectacle de Moulla, Awards ceremony, Laval Virtual 2012. © Vincent Ferrari - <http://www.moulla.fr/showroom/public-show/>

Les illusions de magie augmentée de Moulla, qui intègrent la réalité virtuelle, jouent avec les notions de réel et de virtuel. Son propos est de faire passer alternativement des objets réels sur l'écran et attraper des images pour les retransformer en objets réels. C'est pour cela qu'on peut parler de magie augmentée. Outre son expérience de magicien, Moulla utilise les nouvelles technologies telles que la *Kinect* de Microsoft avec la librairie *OpenNI* et des plateformes de développement comme le logiciel *3DVIA Studio* de Dassault Systèmes.

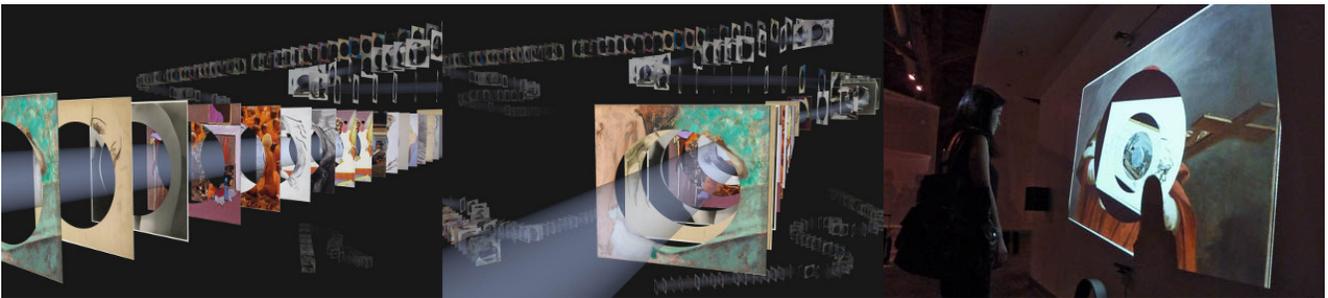
Le show que les organisateurs du salon international *Laval Virtual* lui ont demandé de créer

reprend les mêmes techniques (figure 2). Mais artistiquement, son personnage évolue, se métamorphosant du simplet qui parle à un canard de bain à un savant violent aux faux airs de *Hulk*, brisant le mur sur l'écran et aspirant ses morceaux avec un aspirateur réel. L'illusion magique se situe dans le passage entre la projection et l'objet physique, transition invisible et déroutante.

Pour ses prochains spectacles, Moulla développe avec son associé Gamgie une nouvelle voie, pleine de promesses : l'ajout d'hologrammes dans ses spectacles. Les objets virtuels partageront alors le même espace que les objets physiques, gommant encore plus les frontières.

## Collaboration avec des artistes

### *Tunnels around the world (TAW) (Contrat)*



**Figure 3** – *Installation Tunnels around the world de Maurice Benayoun, 2012.* <http://www.benayoun.com/index.php>

Cette collaboration concerne une installation de télévirtualité de Maurice Benayoun reliant Séoul à San José (Californie) et inclut une réalisation d'un détecteur de positions avec *Kinect* par Hubert Wassner. Maurice Benayoun est l'artiste spécialiste des tunnels virtuels que des visiteurs situés dans des lieux distants doivent creuser pour se rencontrer (tunnel sous l'Atlantique en 1995 reliant Beaubourg au Musée d'Art Contemporain de Montréal, repris pour New Delhi en 1997). Il a conçu cette année une nouvelle version enrichie entre Séoul et San José, exploitant les nouveautés que la technologie lui permet de mettre en œuvre, comme la reconnaissance vocale, l'affichage en haute définition des images d'œuvres de la réunion des musées nationaux ou encore le « capteur d'enthousiasme » qui va décider de l'environnement symbolique du creuseur.

C'est sur cette dernière partie qu'a porté le contrat d'Hubert Wassner (figure 4). Il s'est agi de réaliser un système de reconnaissance de positions sous la forme d'un prototype logiciel. Sous environnement Linux, le logiciel indique en temps réel les positions détectées. La principale contrainte demandée par l'artiste était une interaction simple et intuitive avec son œuvre, sans aucune action spécifique (donc pas de pose).

Hubert Wassner a opté pour la *Kinect* avec la librairie *OpenNI*. Or, en juin 2012, cette librairie exigeait une pose particulière (en Y) pour détecter le squelette. La librairie *Microsoft*, plus performante, ne requiert pas cette pose, mais sa licence est très restrictive. Il a donc fallu transiger en réalisant l'identification de la position des pieds uniquement à partir des données de silhouette produite par la librairie *OpenNI* (figure 5). Cet algorithme est le cœur de ce qui a été réalisé. L'utilisateur va interagir avec l'œuvre à la manière d'un « Dance Dance Revolution ». Le prototype est suffisamment robuste pour fonctionner dans tous les cas de figure et autorise la programmation de nouvelles positions.



**Figure 4** – *Expérimentation du prototype logiciel (Kinect et Open NI sous linux). <http://professeurs.esiea.fr/wassner/?2012/06/05/377-detecteur-de-positions-utilisant-une-kinect>*



**Figure 5** – *Reconnaissance de silhouette avec la librairie OpenNI. <http://professeurs.esiea.fr/wassner/?2012/03/01/365-identifier-le-sexe-d-une-personne-avec-une-kinect-et-un-reseau-de-neurones>*

## ***XVII-VIXI***

Cette collaboration concerne l'installation interactive de Triny Prada (phase de réalisation avec Emmanuelle Clayes, Espoir recherche 4A). Site web : [http://www.trinyprada.com/triny\\_prada/Accueil.html](http://www.trinyprada.com/triny_prada/Accueil.html)

### ***Principe***

La création *XVII-VIXI* est un livre poétique, intime et personnel. Il se 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.

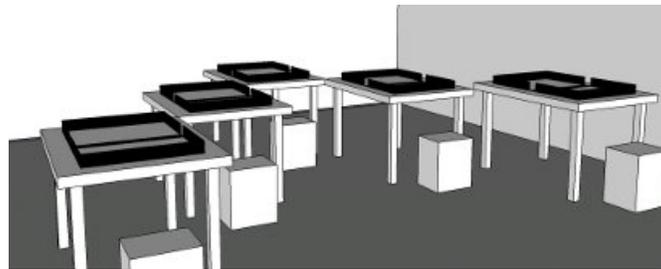
Le livre « *XVII-VIXI* » a reçu la bourse de la création « Brouillon d'un rêve » de la Société Civile des Auteurs Multimédia en mai 2012. C'est pour le donner à vivre et à partager que Triny



**Figure 6** – Planche de « XVII-VIXI » de Triny Prada.

souhaite l’animer en temps réel grâce à un système interactif où texte, visuel, son, lumière et mouvement dialogueront avec le lecteur devenu acteur pour la durée de l’expérience. Les cinq planches s’animent par la présence du lecteur qui donne vie aux motifs faits de fils, des fils tendus qui se tendent, se détendent et s’étirent. Le lecteur achève son parcours en entendant le battement de son cœur. La responsabilité de la réalisation technique de l’œuvre incombe à Emmanuelle Claves, qui va être secondée en 2013 par Thomas Bejuit pour la programmation (espoir recherche).

Le projet va être exposé au festival Vidéoformes 2013 : <http://www.videoformes-fest.com/>.



**Figure 7** – Maquette de l’installation de Triny Prada « XVII-VIXI » pour le festival Vidéoformes 2013 (Clermont-Ferrand).

## Description

L’installation est constituée de cinq tables sur chacune desquelles repose une boîte fermée. À l’approche du visiteur, une voix l’invite à ouvrir les boîtes l’une après l’autre, l’entraînant dans un parcours intime et poétique. Chaque boîte révèle une page du livre, composée d’un texte et d’un visuel, avec une atmosphère, une identité et un contenu qui lui est propre. Le lecteur peut avoir accès à la traduction du texte grâce à un *QR code*.

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 et mouvements. La *Raspberry pi* a été préférée à l'*Arduino* car l'installation requiert une

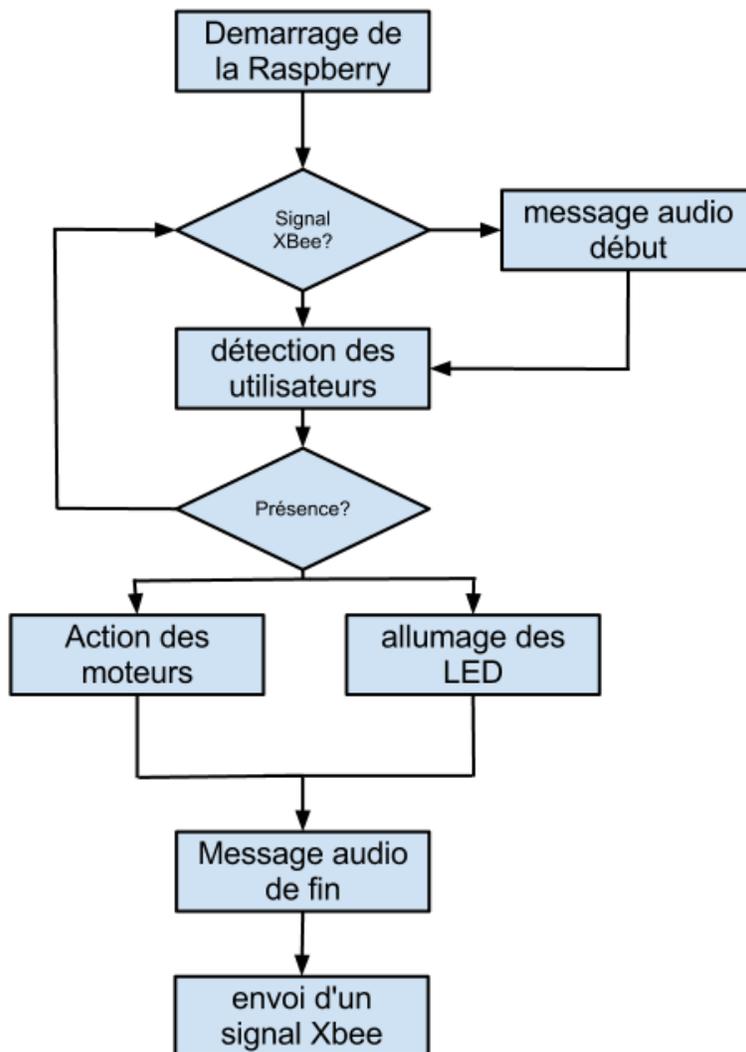


Figure 8 – Diagramme fonctionnel de XVII-VIXI

communication internet. C'est sur elle qu'Emmanuelle et Thomas travaillent en ce début d'année, avant de s'attaquer à un autre projet (reposant sur celui-ci) en vue d'une exposition au Palazzo Bembo de la prestigieuse 55ème Biennale d'art contemporain de Venise 2013. Claire Leroux rédigera les textes des catalogues.

## Bâton de LEDs pour spectacle de jonglage (contrat)

Il s'agit de la conception et de la réalisation par Laurent Brun d'un bâton de LEDs à persistance rétinienne pour les spectacles de jonglage de Vincent Mézières (<http://www.jongleurdeparis.com/>). Vincent Mézières est un jongleur de la nuit qui travaille avec la lumière, sur son costume, dans ses éléments de jonglages et dans les lasers qui constituent son décor. Ses spectacles, que l'on



**Figure 9** – *Vincent Mézières en action avec son bâton de LEDs*

pourrait qualifier de cybernétiques par les techniques et artifices utilisés, restent tous hautement poétiques et particulièrement originaux.

Vincent Mézières est venu nous trouver pour que nous réalisions un bâton lumineux autonome qui lui permette d'afficher les visuels qu'il souhaitait lorsqu'il le mettrait en rotation. Il devait donc fonctionner sur le principe de la persistance rétinienne qui était ici fonction de la vitesse de rotation du bâton du jongleur. L'an passé, nous avons fait faire les premiers tests à un groupe d'étudiants et ainsi pu nous assurer de la faisabilité du projet (voir rapport 2011 pp. 31-32).

Laurent Brun a ensuite réalisé le contrat. Le bâton est composé d'une pile 9 Volts, d'un microprocesseur *Microchip* PIC32MX440F128H, 32 LEDs RGB (16 par face), de 3 drivers de LED *Texas Instrument* TLC 5927, d'un port USB, d'une mémoire de 1 Mo. Le bâton permet d'afficher des niveaux de couleurs en 8 bits, soit 256 niveaux par couleurs, donc un total de  $256^3$  couleurs.

Il est accompagné d'un logiciel de programmation, réalisé en C++ via QT. Il permet d'intégrer des images allant jusqu'à 255x16 pixels et d'organiser leur séquence d'affichage : ordre, durée mais aussi pauses et reprises.

Une fois le séquençement établi, le programme est transféré dans la mémoire du bâton via une interface USB. Le bâton exécute alors les animations automatiquement dès l'allumage.

Le résultat est si satisfaisant, que nous envisageons de travailler à une version de 64 LEDs (pour produire des images d'une définition supérieure) et d'une connexion radio afin de pouvoir synchroniser les animations de plusieurs bâtons.

## Relation Art-science

### Projet *Warholise-moi*

Responsable : Claire Leroux.

Il s'agit d'un projet exploratoire d'ARNUM dans lequel ont participé plusieurs niveaux d'étudiants. Les différentes briques associées ont permis d'aboutir à une première livraison, grâce au travail de Bérénice Reffet (espoir recherche) et de Clara Devanz. L'originalité du projet réside dans



Figure 10 – Interface graphique du logiciel « *Warholise-moi* »

sa pluridisciplinarité : il se situe à la croisée des chemins de l'art, du traitement du signal et de la psychologie. L'objectif, simple en apparence, consiste à produire un prototype logiciel qui permette de traiter un portrait à la manière d'Andy Warhol, tant dans la conception que dans le rendu. Or Warhol travaillait la plupart du temps « à la carte », en connaissant ses commanditaires. Les portraits intègrent de nombreuses informations subjectives. L'originalité de notre logiciel consiste en la transposition de ces données.

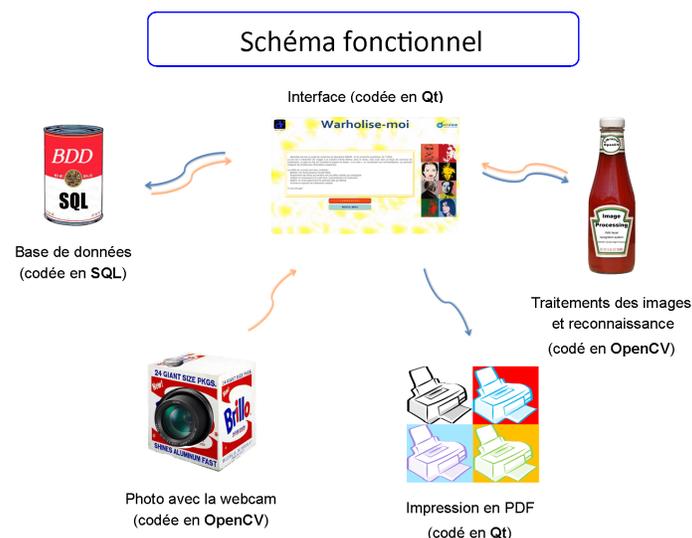


Figure 11 – Diagramme fonctionnel à la manière de Warhol

Le cahier des charges imposait les critères suivants :

- Programmer une reconnaissance faciale fiable.
- Réaliser des filtres qui tendent vers les effets de la sérigraphie.
- Intégrer la psychologie du sujet dans l’automatisation du traitement.
- Obtenir un rendu approchant les portraits faits par Warhol.
- Archiver et exporter les traitements réalisés.

Les traitements sont réalisés en fonction des préférences caractérologiques de chacun. Pour ce faire nous avons opté pour la méthode des types psychologiques de Jung enrichie par Myers et Briggs : « Les variations de comportement que l’on observe entre les individus ne sont pas le résultat du hasard mais la conséquence de préférences spontanées concernant 4 dimensions fondamentales. La combinaison de ces préférences conduit à des familles de caractère ou “ types psychologiques<sup>1</sup> ” ». C’est sur cette base que nous avons créées les séries de questions (attitude, recueil d’information, prise de décision et énergie) en appliquant aux différentes réponses les types de filtres qui nous semblaient correspondre.

La première série de questions correspond à l’attitude : plutôt organisé ou adaptable. Nous avons transposé les effets de seuil, de flou et de contraste aux différentes réponses pour obtenir les résultats dans l’ordre suivant celui de la figure 12.



**Figure 12 – Attitude**

La seconde série se réfère au recueil d’informations – plutôt sensitif ou intuitif – que nous avons traduit par une coloration de l’image précédemment traitée (figure 13).



**Figure 13 – Recueil d’informations**

La troisième concerne la prise de décision, si l’on est plutôt dans la pensée ou dans le ressenti. Cette fois nous avons utilisé un gradient morphologique (filtre qui détecte et accentue les contours) des filtres de Laplace et des textures (figure 14).



**Figure 14 – Prise de décision**

La dernière détaille l’énergie (extraversion ou introversion) que nous déclinons en jouant sur la saturation de l’image (figure 15).

1. Pierre Cauvin, Geneviève Cailloux, *Les types de personnalité, les comprendre et les appliquer avec le MBTI*, Issy-les-Moulineaux, ESF éditeurs, 2002.

Figure 15 – *Énergie*Figure 16 – *Exemples de traitements de « Warholise-moi »*

## Pérennisation du numérique dans l'art : traduction du *Flash* en *Java*. Exemple de l'œuvre *PQV* de l'artiste Peter Luining

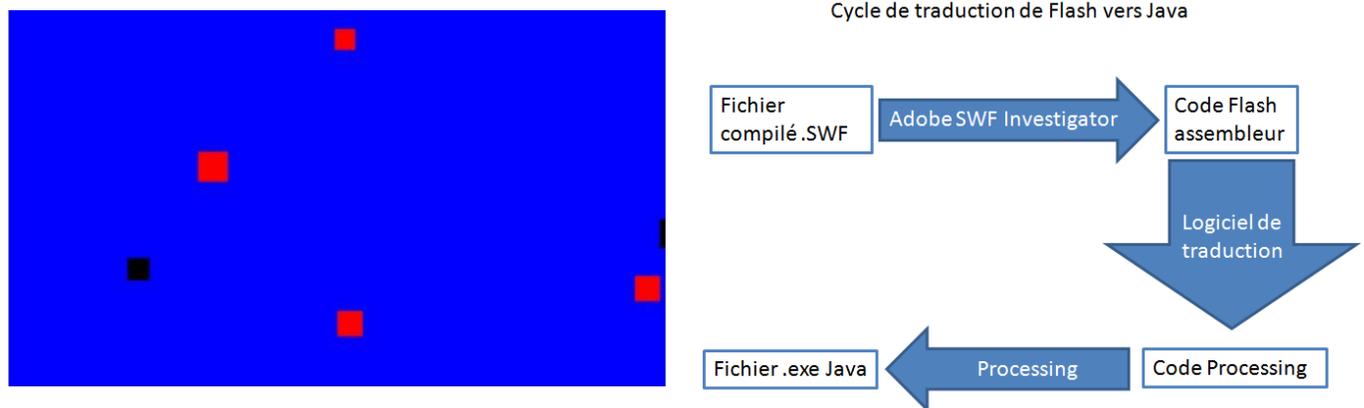


Figure 17 – *PQV* de Peter Luining, collection de l'Espace Multimédia Gantner, Territoire de Belfort et schéma du processus de traduction.

En novembre 2011, Adobe décide d'arrêter le développement de son langage *Flash*, ce qui laisse craindre de futures difficultés d'accès des très nombreuses œuvres d'artistes réalisées en *Flash*. Pour pouvoir continuer à utiliser ce contenu, des entreprises comme *Google* ou *Spaceport I/O* proposent des outils de conversion de *Flash* vers du *Javascript* et du *HTML5*. Mais peu de commandes *flash* étaient correctement convertibles au début du projet (février 2012). Si on pouvait retrouver sans trop de difficultés l'animation, l'interaction ne fonctionnait pas. Il a donc fallu trouver une solution autre pour traduire l'*ActionScript2* (version du langage de *Flash* la plus utilisée par les artistes) en un langage plus pérenne. Nous avons opté pour le *framework Processing*, logiciel à destination des artistes en *java*, donc orienté objet comme le *Flash*.

L'autre avantage du java, est spécifique aux artistes : à la différence des formats web, la visualisation ne dépend pas de la configuration du navigateur et sera toujours identique à ce qui a conçu. En outre, java est plus stable et pérenne que ne l'était le HTML5 et le javascript au début du projet.

Laurent Marty et Guillaume Darriet ont défriché le terrain le premier semestre 2012 en reproduisant quelques interfaces de jeu parmi la quinzaine de *PQV* de Peter Luining, une œuvre dans laquelle on joue pour perdre. Cette création de net art a été choisie d'une part pour sa simplicité graphique et d'autre part pour les multiples cas d'interactions possibles. Le fichier de travail est compilé, avec une extension en .swf. Il a donc fallu dans un premier temps retrouver le code source en le décompilant avant de le traduire en java, puis de le recompiler dans *Processing*.

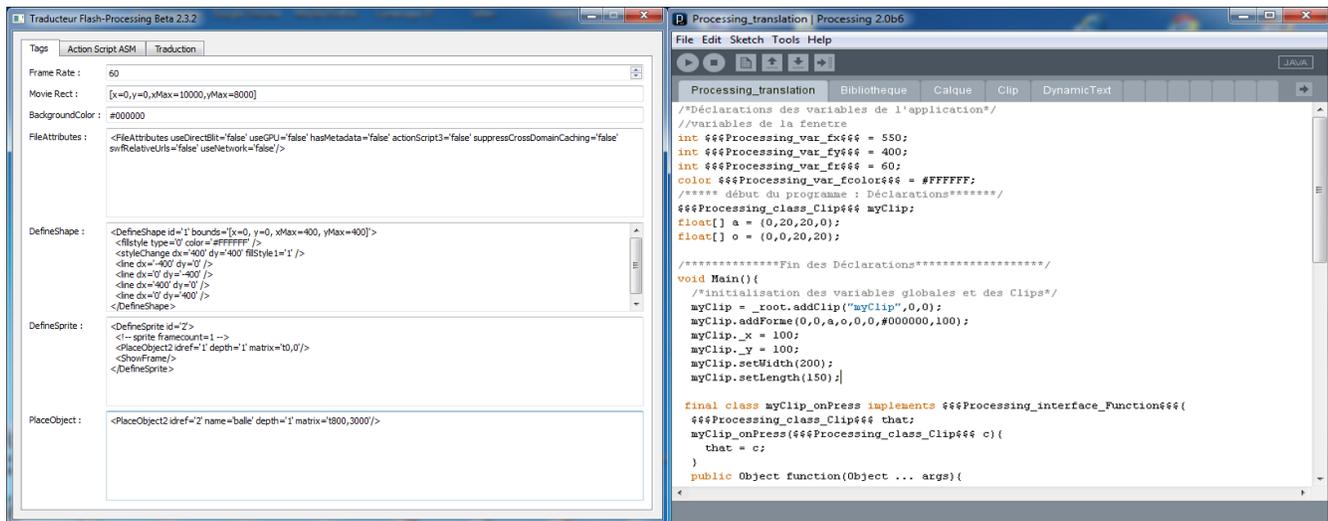


Figure 18 – Traduction et recompilation de l'AS2.

Guillaume Darriet a poursuivi sa recherche dans un projet XL (projet de 4 semaines en master 2). Il s'est focalisé sur le débogage du traducteur et a développé la bibliothèque de fonctions propres à *Flash*. Le projet est encore au stade d'ébauche, mais il offre une solution alternative pour la traduction de l'AS2. Malgré son aspect rudimentaire, il nous a permis de nous rapprocher en quelques semaines de résultats de grands groupes. Mais pour que le projet soit viable, il nécessite beaucoup de développement, tant pour le traducteur que pour la bibliothèque de fonctions. L'ampleur de la tâche dépasse les possibilités d'ARNUM. Le projet va donc être ouvert et proposé à la communauté de *Processing* afin que chacun puisse le compléter.

## Didactique des sciences par les arts et la magie

Responsable de la thématique : 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 trois ans, la magie fut le biais choisi pour découvrir, approfondir et enseigner la physique (optique géométrique et ondulatoire), les mathématiques (idempotence, résolution d'équations et orbite dans les groupes cycliques), ainsi qu'une initiation à la rétro-ingénierie (cf. rapports 2010 et 2011). Cette année, outre les mathématiques, l'électronique numérique et l'informatique ont été les objets de cette didactique un peu particulière, reconnue comme une expertise par l'équipe de mathématiques de l'Université Pierre et Marie Curie à Paris (animation de la fête de la science<sup>2</sup> depuis 2010) ainsi que par celle de l'INSA de Lyon (participation à la première semaine des mathématiques en mars 2012 débouchant sur trois publications nationales et une conférence).

Cette approche a pour vocation à être encore développée dans l'avenir, en multipliant les séminaires de « mathémagie », en abordant la cryptanalyse et ouvrant la didactique à d'autres arts comme l'origami.

## Mathématiques

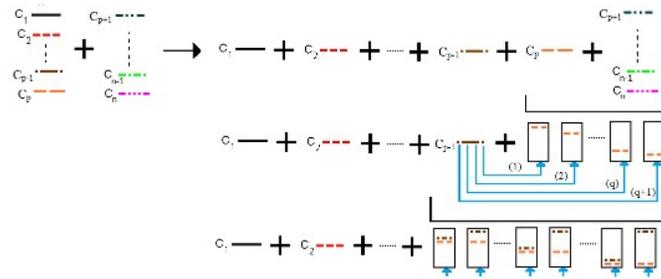
Notre intervention au séminaire de « mathémagie » à l'INSA de Lyon s'est axée autour d'une démonstration des principes de Gilbreath, peu connus des cartomanes amateurs malgré ses multiples applications. Nous avons démontré les deux principes de Gilbreath (1958 et 1961) et le troisième découvert en 2006 par Daniel Péris, qui est une généralisation des deux principes précédents.



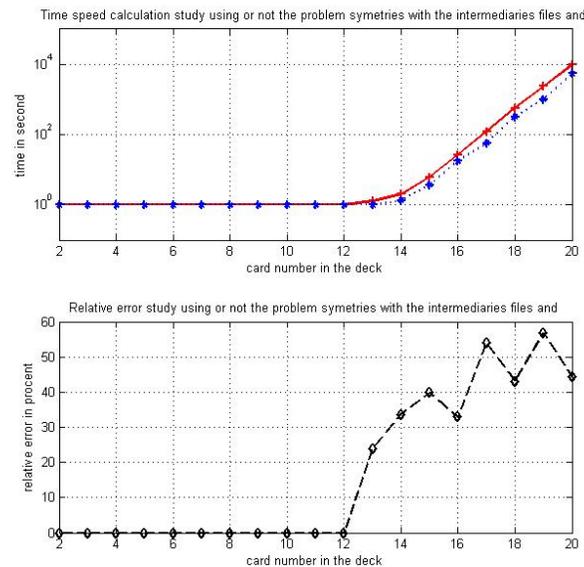
## Informatique

Prendre un paquet de cartes, le couper en deux parties et le mélanger comme le font les joueurs de poker (ce mélange utilisé s'appelle le mélange américain ou *riffle shuffle*) semble être des actions anodines lorsque nous jouons aux cartes. Le problème est le suivant : déterminer le nombre et la composition de tous les mélanges américains possibles. Sa résolution permet d'utiliser de nombreuses notions de programmation du langage C - boucles, tests, allocations dynamiques de mémoire (tableau, listes chaînées), sauvegarde et récursivité (figure 19). Nous proposons d'utiliser ce problème comme fil rouge d'un cours d'informatique. avec une solution en Matlab et nous abordons aussi quelques améliorations mathématiques et informatiques pour optimiser le temps d'exécution (figure 20).

2. <http://www.univ-paris-diderot.fr/fscience/>



**Figure 19** – *Algorithme récursif pour déterminer tous les mélanges américains d'un paquet de  $n$  cartes coupé en un paquet de  $p$  cartes et un paquet de  $(n-p)$  cartes.*



**Figure 20** – *Comparaison des temps d'exécution du programme récursif avec et sans les deux améliorations.*

## Électronique numérique

Les étudiants en L2 ont synthétisé une application issue du tour de magie « Le nombre cyclique ». Le magicien sort 6 cartes dans un ordre prédéfini et un dé. Il étale les cartes et le spectateur lance le dé. Le magicien lui demande alors de multiplier le nombre représenté par les 6 cartes, dont la valeur numérique est 142857, avec le chiffre indiqué par le dé. Le magicien coupe les cartes à un endroit précis et les ré-étale. Le résultat donné est le même que celui de la multiplication.

La synthèse de cette application s'effectue en deux parties :

- une partie de logique combinatoire pour afficher les nombres et les circuits de commandes des bascules JK,
- une partie de logique séquentielle qui représente le nombre donné par les cartes (en bleu) et les branchements qui permettent de redémarrer le cycle afin d'obtenir le résultat de la multiplication (en brun sur la figure 21).



## Responsabilité scientifique des archives du critique d'art Raoul-Jean Moulin

Cette responsabilité est assurée par Claire Leroux au profit du Musée d'Art Contemporain du Val-de-Marne (MAC/VAL), Conseil général du Val-de-Marne, en partenariat avec Céline Latil, responsable du centre de documentations du MAC/VAL.

Depuis 2007, Claire Leroux est responsable scientifique des archives Raoul-Jean Moulin au MAC/VAL. Pendant cette période, elle a réalisé des entretiens avec le critique, organisé le don de l'archive, établi le bordereau de versement, les inventaires sommaires et détaillées, rédigé des biographies, une bibliographie détaillée, une description de l'archive. La conception d'un plan de classement argumenté avec les différents niveaux de description a permis l'élaboration d'une indexation en vue du classement physique de l'archive, réalisé par une archiviste en 2012.

L'archive a été officiellement mise à disposition d'un public de chercheurs en novembre 2012, à l'occasion de deux journées d'études co-organisées par le MAC/VAL, ARNUM, les Archives de la Critique d'Art et l'Association Internationale des Critiques d'Art.

- Argumentaire : [http://www.macval.fr/IMG/pdf/Entre\\_election\\_et\\_selection.pdf](http://www.macval.fr/IMG/pdf/Entre_election_et_selection.pdf).
- Programme : <http://www.macval.fr/francais/visites-evenements/article/entre-election-et-selection-le-5241>

L'année 2013 sera dévolue à la publication des actes aux Presses Universitaires de Rennes ainsi qu'à la finalisation des documents de présentation des archives.

## Expertises

ARNUM a réalisé en 2012 deux expertises de projets art-sciences (confidentielles), la première au profit du Centre Nationale de la Cinématographie-OSEO sous l'égide du réseau pour la Recherche et l'Innovation en Audiovisuel et Multimédia (RIAM<sup>3</sup>) et la seconde dans le cadre du programme Science et Culture du Visuel<sup>4</sup> à l'initiative du CNRS et des universités de Lille 1 et Lille 3.

## Projets d'étudiants

### Développement multi et cross plateforme de jeux en ligne en vue de la création d'une entreprise

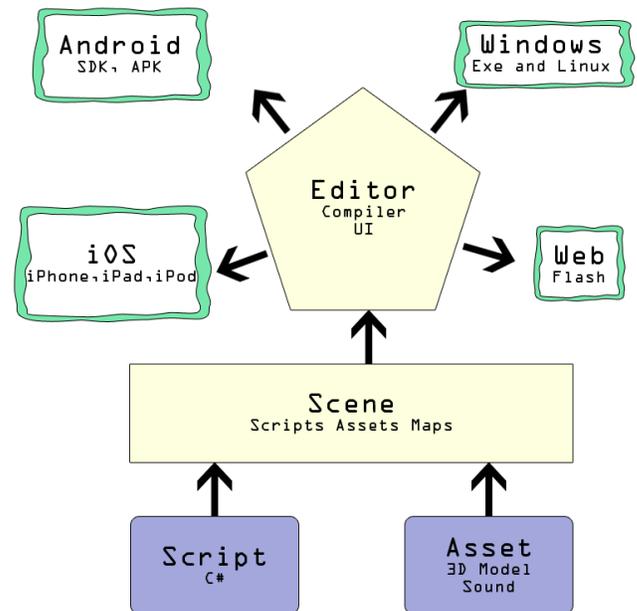
Jérémy Villemain est travailleur indépendant. Parallèlement à ses études à l'ESIEA, il dirige le site de jeux en ligne <http://www.codes-service.com/>.

En tant qu'espoir-recherche, il a consacré le dernier trimestre 2012 à l'amélioration de son site, à l'étude d'une solution rapide pour le diffuser sur différentes plateformes et à la création d'un jeu. Après un état de l'art et un test des différentes solutions à disposition (en particulier le langage HaXe associé à NME, librairie multiplateforme, Jérémy a porté son choix sur le logiciel *middleware* de jeu vidéo *Unity3D*. En 2013, il se focalisera, en temps qu'espoir recherche, sur la co-fondation d'une entreprise en partenariat avec Guillaume Darriet, qui proposera des jeux indépendants à bas prix.

---

3. [http://www.oseo.fr/a\\_la\\_une/actualites/parteneriat\\_oseo\\_cnc\\_premier\\_bilan](http://www.oseo.fr/a_la_une/actualites/parteneriat_oseo_cnc_premier_bilan)

4. <http://SciencesetCulturesduVisuel.univ-lille3.fr>



**Figure 22** – Jeu Jungle swap, programmation Jérémy Villemain, design Quentin Cambria (à gauche), création d'un jeu multiplateforme avec Unity3D (à droite).

## Stages préparés au pôle ARNUM

- Stage de Nicolas Rousseau. *Reconnaissance d'objets en temps réel à destination des musées.* Stage de fin d'étude ESIEA/stage de Master 2 Informatique, spécialité traitement des images à l'UPMC, entreprise Solid'Anim, 2012.  
*Le stage a consisté à développer un algorithme efficace de reconnaissance d'objets en temps réel, en C ou C++, puis à l'implémenter sur un matériel Android, l'objectif étant à terme de créer des applications pour des musées, donnant des informations sur des œuvres reconnues par l'algorithme.*
- Stage de Bérénice Reffet (ESIEA) et Clara Devanz (INP, Grenoble), *Réalisation d'une interface temps réel de traitement d'images à la manière d'Andy Warhol.* Stage technique, ESIEA-ARNUM.

## Publications et productions du pôle ARNUM

### Revue internationale à comité de lecture

- Nathalie Delprat (LIMSI-CNRS et UPMC), Claire Leroux, Sarah Fdili Alaoui (IRCAM et LIMSI-CNRS). « Experience of a cloud avatar : scientific challenges and artistic perspectives ». *International Journal of design, Innovation and Research*, vol 6 numéro 1, octobre 2011. [http://www.ijodir.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=78:experience-of-a-cloud-avatar-scientific-challenges-and-artistic-perspectives&catid=39:ijodir-2011-vol6-nd1&Itemid=61](http://www.ijodir.org/index.php?option=com_content&view=article&id=78:experience-of-a-cloud-avatar-scientific-challenges-and-artistic-perspectives&catid=39:ijodir-2011-vol6-nd1&Itemid=61)

Résumé : *This paper presents the design and the implementation of an interactive simulation device for the virtual experience of an evanescent matter. The current prototype is based on a motion capture system and a particle generator for the graphics rendering. It allows for the investigation of various kinds of interactions with an avatar that represents in real time the user's body in the form of a cloud. Questions such as perceptual limits of body recognition and relationships between the avatar material properties and the user's action have been examined. The cognitive implications of this embodied virtual materiality provide many opportunities for creative work and research that will be discussed through an art-science approach.*

- Pierre Schott. « How to introduce the basis of algorithmics? Thanks to the enumeration and composition of all riffle shuffles from an N card deck used in MathMagic ». *Creative Education*, August 2012, Vol.3, No. 4, pp. 540–556. <http://www.scirp.org/journal/Home.aspx?IssueID=1996>

Résumé : *Why use magic for teaching combinatorics, algorithms and finally informatics basis as tables, control structure, loops and recursive function? Magicians know that once the surprise has worn off, the audience will seek to understand how the trick works. The aim of every teacher is to interest their students, and a magic trick will lead them to ask « how? » and « why? » and « how can I create one myself? ». In this article we consider a project I presented in 2009, the subject of which was « How many riffle shuffles does exist from a N card deck?. Find the composition of each possible riffle shuffle ». The aim of the paper is not only to describe the project scope, the students' theoretical studies, their approach to this problem and their computer realizations, but also to give ideas for a course or project using pedagogy. That is why only remarkable students realizations are shown. In order to complete the given project, the students must answer three steps : the first one is to answer to the following question : « how can I find all possible riffle shuffles with few cards? » (for example 3,4 or 5 cards); the second one (to go further) is to answer to the following question : « how can I generalize this solution through an algorithm? » ; the last one (to obtain the results!) is to program the algorithm with a recursive and a non-recursive solution. Each step of the Matlab solution code is associated with an informatics basis. Whatever the student's professional ambitions, they will be able to see the impact that originality and creativity have when combined with an interest in one's work. That's why, two ameliorations of the « basic » algorithm are proposed and a study of the gain thanks to these ameliorations is done. The students know how to « perform » a magic trick for their family and friends thanks to the use of riffle shuffle in Gilbreath's principles, a trick that they will be able to explain and so enjoy a certain amount of success with. Sharing a mathematical/informatics demonstration is not easy and the fact that they do so means that they will have worked on and understood and are capable of explaining this knowledge. Isn't this the aim of all teaching?*

## Revue nationale à comité de lecture

- Aimé Lachal et Pierre Schott. « Cartomagie : principes de Gilbreath (I) – Dénombrement de mélanges américains », *Quadrature*, juillet 2012, No. 85, <http://quadrature.info/index.php?page=008>

Résumé : *Les principes magiques de Gilbreath permettent, à partir d'un jeu de cartes préalablement classé après un mélange américain, de garder 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 pré-*

*dictions malgré un vrai mélange ! Nous exposons en trois parties ces principes de cartomagie. Dans ce premier volet, nous présentons les mélanges américains et détaillons leur dénombrement. Dans un second volet, nous présenterons des applications magiques des principes de Gilbreath, et dans un troisième volet nous présentons leur démonstration mathématique.*

- Aimé Lachal et Pierre Schott. « Cartomagie : principes de Gilbreath (II) – Dénombrement de mélanges américains », *Quadrature*, octobre 2012, No. 86, pp. 31–37, <http://mathematiques.quadrature.info/blog/quadrature-n-86-octobre-novembre-decembre-2012/>

*Résumé : Nous avons proposé dans un premier volet paru dans le numéro précédent de Quadrature un calcul de dénombrement des mélanges américains possibles ainsi qu'un algorithme permettant de les réaliser à partir d'un jeu de cartes donné. Dans ce second volet, nous donnons des applications des mélanges américains fondées sur les principes magiques de Gilbreath. Pour chacun d'entre eux, nous présentons un tour de magie. Les démonstrations de ces principes font l'objet d'un dernier volet qui apparaîtra dans le prochain numéro.*

## Conférences et articles invités (niveau international)

- Christophe Bruno. « Import-Export ». Conférence introductive à l'exposition *Form@ts*, pour l'Espace Virtuel du Jeu de Paume (en tant qu'organisateur et conférencier), avec Christophe Bruno, Etienne Cliquet, Chrystelle Desbordes, Sonia Marques, Samuel Tronçon, 11 mars 2012. <http://www.jeudepaume.org/index.php?page=article&idArt=1656&lieu=1>.

*Résumé : Cette conférence aborde la question du format (entendu comme forme esthétique) dans le contexte économique de l'ère du réseau, notamment dans les pratiques artistiques. Sur le réseau, pour notre malheur, tout se sait. En poussant la dystopie à l'extrême, on peut imaginer suivre à la trace la vie et la mort des formes artistiques : leur émergence, leur obsolescence et leurs innombrables modes de réappropriation et d'import-export. Dans cet univers où tout s'explique, une forme devient un format. Mais, à l'instar des logiciels où les versions se succèdent les unes aux autres sur un rythme effréné, l'écosystème de ces formats est en re-formatage permanent. Ce sont les bugs, les « effets de bords », les frictions qui gouvernent et organisent le monde des formats, de leurs interactions et hybridations. Dans le contexte contemporain d'hypersurveillance, ce monde est en réalité intrinsèquement instable et imprévisible.*

- Christophe Bruno. « It's the crisis stupid », conférence au DEAF Festival à Rotterdam, organisée par LaAgencia et le DARC, Aarhus University, 17 mai 2012. <http://networkingart.eu/2012/05/its-the-crisis-stupid/>
- Christophe Bruno. « From commodification of language to art history live », conférence à l'Université de Loughborough, RADAR, « Question of value – From commons to Communomics : resisting privatisation », 27 juin 2012. <http://www.criticalmanagement.org/announcements/2950>

## Conférences et articles invités (niveau national)

- Christophe Bruno. « Art et réseaux, cartographie du flux, cycles et échelles ». Conférence autour du projet *ArtWar(e)* au programme exploratoire et transdisciplinaire « Frontières », de

l'Iméra - Iméra/Université Aix-Marseille/Région PACA, 27 janvier 2012. <http://www.imer.fr/index.php/fr/component/sportingevents/event/225-atelier-rseaux-et-frontieres.html?year=2012&month=1>

- Christophe Bruno. Séminaire/workshop à École Supérieure d'Art d'Avignon, à l'invitation d'Emmanuel Guez, 20 février 2012. [http://esaavignon.fr/?page\\_id=1089](http://esaavignon.fr/?page_id=1089)
- Pierre Schott et Aimé Lachal (INSA Lyon). Conférence « *Mathémagie : une approche didactique des mathématiques et des sciences par la Magie* ». INSA Lyon, Villeurbanne, 29 mars 2012, <http://scd.docinsa.insa-lyon.fr/conference-mathemagie>  
 Résumé : *Pierre SCHOTT, professeur de Physique dans une école d'ingénieurs post-Bac, enseigne la physique au sens large mais également l'analyse numérique, l'algèbre linéaire pour les IUT et le langage C. Il utilise depuis 2005 la Magie comme vecteur d'enseignement, notamment dans des projets pluridisciplinaires donnés aux étudiants. Il exploite aussi cette approche lors de certaines formations didactiques s'adressant à des doctorants. Il a co-écrit avec Aimé LACHAL dans le magazine Quadrature deux articles de mathématiques démontrant quelques tours de Magie (de vrais petits miracles!). Lors de ce séminaire, les deux auteurs se proposent de vous faire partager ces principes magiques à travers un petit spectacle de cartomagie (5 tours), de vous faire trouver les secrets magiques puis mathématiques. Pierre SCHOTT finira la présentation en exposant les différentes matières dans lesquelles il utilise la Magie.*
- Christophe Bruno. Conférence introductive « créer à l'ère du numérique » aux *Rencontres Numériques*, Cité des Sciences et de l'Industrie, dans le cadre de Futur en Seine, 15 juin 2012, <http://www.rencontres-numeriques.org/2012/creation/?action=programme>
- Christophe Bruno. « Capitalisme sémantique, marchandisation du langage et marketing », conférence à *Upgrade - Éléments de langage* à la Gaité Lyrique, 25 sept. 2012, <http://www.gaite-lyrique.net/evenement/soiree-elements-de-langage-upgrade-paris>
- Claire Leroux. « De l'art cybernétique au living-art », *Le Cube – Art 3000*, Issy-les-Moulineaux. Séminaire professionnel « Introduction au living art », 22 mai et 6 novembre 2012, [http://www.lesiteducube.com/fr/introduction-au-living-art\\_1741](http://www.lesiteducube.com/fr/introduction-au-living-art_1741)
- Claire Leroux et Marie Saladin. « L'art en rhizome 2 – présentation, consultation et conservation », formation professionnelle ENSSIB, Institut National d'Histoire de l'Art, 8 novembre 2012, <http://professeurs.esiea.fr/leroux/?2012/10/09/75-actualit-d-arnum-confrences>
- Claire Leroux. « Dialogue art-science – une ingénierie créatrice d'innovation », *Grand angle*, lettre d'information de la Conférence des Grandes Écoles, décembre 2012, <http://www.cge-news.com/main.php?p=657>  
 Résumé : *Peut-on penser de la même manière les rapports entre art et science à l'époque de Vinci, de Copernic, de Galilée, de Descartes, de Darwin ou de Wiener ? Si le thème est en vogue, les clichés demeurent, issus d'une méfiance réciproque et, au fond, d'une méconnaissance.*

## Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- Claire Leroux, Marie Saladin et Margherita Bazerani. *L'art en rhizome*, 2ème festival d'histoire de l'art de Fontainebleau, 2 et 3 juin 2012, [http://festivaldelhistoiredelart.com/site/wp-content/uploads/2012/05/FHA\\_DP.pdf](http://festivaldelhistoiredelart.com/site/wp-content/uploads/2012/05/FHA_DP.pdf)  
 Résumé : *La mondialisation des réseaux sociaux et des moteurs de recherche a donné naissance à une nouvelle forme de culture transfrontalière. Les artistes se sont emparés des outils proposés aux internautes afin de créer des œuvres à la fois imaginatives et critiques. Ils posent de véritables questions artistiques et politiques s'adressant à tous. L'enjeu de cette présentation serait de montrer des œuvres numériques et de donner la parole à ces créateurs qui voyagent dans l'imaginaire numérique afin de nous familiariser avec « l'art en Rhizome ».*
- Claire Leroux et Marie Castaing. *Entre élection et sélection – le critique face à ses choix*, « Description des archives Raoul-Jean-Moulin ». Journées d'étude au MAC/VAL. Co-direction avec J.-M. Poinot, les 9 et 10 novembre 2012. Actes à paraître en 2013, [http://www.macval.fr/IMG/pdf/Entre\\_election\\_et\\_selection.pdf](http://www.macval.fr/IMG/pdf/Entre_election_et_selection.pdf)  
 Résumé : *En 2007, le MAC/VAL accueillait dans son centre de documentation les archives Raoul-Jean Moulin, critique d'art et figure marquante de la critique d'art de la deuxième moitié du XXème siècle, notamment dans le Val-de-Marne. Le MAC/VAL a décidé de consacrer deux journées d'études au rôle du critique d'art, depuis le moment de l'élection de l'œuvre jusqu'à la sélection qu'il opère en écrivant et en montant des expositions, avec une curiosité particulière pour l'entre-deux.*  
*L'évènement s'est déroulé sur 3 demi-journées : une première le vendredi sur la partialité de l'archive du critique et deux autres le samedi, consacrées à une approche plus historique et sociétale : la critique d'art des années 1950 à 1970, et la critique au quotidien, qui s'intéresse aux pratiques les plus récentes et qui tisse avec des pratiques voisines (le blog, la médiation culturelle...) des liens qu'il importe d'interroger. Ces journées ont été l'occasion de mesurer ce qu'apporte l'archive à la connaissance d'une période encore très récente ainsi qu'aux enjeux et évolutions de la critique.*
- Claire Leroux. *L'homme, enfant du désordre des mondes machiniques parfaits*. Colloque international Jules Verne « Sciences, crises et utopies », École Centrale de Nantes, 22 novembre 2012. Publication des actes en 2013, <http://rencontresjulesverne.ec-nantes.fr/files/programme.pdf>  
 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 assoie 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 tâche. 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.*

## **Concours et prix**

- *Laval Virtual 2012*, Prix spécial de l'innovation pour le spectacle performance de Moulla Diabi.



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

## Présentation du laboratoire

### Description générale du pôle ATIS

Le pôle Acquisition et Traitement des Images et des Signaux (ATIS) a un domaine de compétences qui concerne de nombreuses thématiques utilisant l'imagerie numérique et qui porte sur l'ensemble de la chaîne de traitement de l'information, de l'acquisition au produit à forte valeur ajoutée. ATIS a ainsi développé un important savoir-faire, que ce soit au niveau des capteurs ou au niveau des plateformes d'observation. Ces principaux axes de compétences sont :

- La télédétection spatiale.
- Les robots d'exploration.
- La cartographie thématique et la reconstruction 3D.

Durant l'année 2012, c'est principalement sur l'axe des robots d'exploration qu'a porté l'essentiel de l'effort de recherche.

Une des vocations du laboratoire ATIS est de participer activement au transfert de technologies en direction non seulement des entreprises mais aussi en direction des organisations publiques (administrations, armées...) ainsi qu'au développement de la recherche en collaboration avec des laboratoires privés et publics. À ce titre, 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 complètement 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](mailto: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.cml>

- Adjoint du pôle

**Antoine Gademer**

Email : [gademer@esiea.fr](mailto: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](mailto:wassner@esiea.fr)

## Équipe non permanente

- **Robert Terrisse** (chercheur associé). Ingénieur ESTP (École Spéciale des Travaux Publics de Paris) à la retraite.  
Email : [terrise@esiea.fr](mailto:terrise@esiea.fr)
- **Loïca Avanthey** (Doctorante). Ingénieur ESIEA 2011, doctorante DGA depuis octobre 2012 en co-tutelle avec Télécom Paristech.  
Email : [loica.avanthey@gmail.com](mailto:loica.avanthey@gmail.com)

Dans le cadre du programme « *Espoirs recherche* », les étudiants sélectionnés par le laboratoire pour leurs compétences et leur motivation participent activement à la formation par la recherche. Cette année, le laboratoire a accueilli Laurent Dupessey (4A) et Raphaël Lombard (4A).

Les étudiants ESIEA volontaires peuvent également dès le niveau 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 [PAIR]) et M2 (stage de fin d'étude de 6 mois).

## Principaux travaux réalisés

### Téledétection spatiale

La téledétection spatiale est historiquement la première activité développée par le pôle ATIS. Ses principaux chantiers sont le développement de stations de réception d'images satellitaires, l'exploitation des données recueillies et l'éducation à la téledétection.

### Développement de stations de réception d'images satellitaires

ATIS a conçu et développé des stations de réception d'images de satellites polaires (proche de la Terre et visibles par intermittence) et géostationnaires (visibles en permanence). Ces stations sont reconnues par l'instance européenne *EUropean METerological SATellites* (EUMETSAT) de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) et incluent la réception et l'archivage des images Météosat Seconde Génération (MSG) et METOP.

Un des problèmes majeurs posé par l'exploitation opérationnelle des stations est le grand volume des données à traiter. A titre d'information, le volume de données reçues quotidiennement par les stations uniquement pour le satellite MSG est supérieur à 9 DVD par jour. Ce problème se pose :

- Au moment de la gestion du flux de données en réception pour le décoder et l'archiver de manière efficace.
- Lors de traitements lancés sur tout ou partie de la base de données images pour une exploitation des images brutes.

Pour être compatible avec les contraintes opérationnelles de rapidité de traitement tout en permettant une réelle évolutivité, nous utilisons les technologies *Ruby On Rails* (RoR) et *PostgreSQL* munie de l'extension *PostGIS* pour la base de données. La chaîne de traitement peut être contrôlée, commandée ainsi que diagnostiquée à distance et en temps réel.

### Éducation à la téledétection

Les images réceptionnées par notre station ont été utilisées pour des manifestations grand public comme la fête de la science ou sciences en fête sous forme de conférences sur des thèmes variés. Ces images (figure 23) peuvent aussi être également un point de départ pour des débats lors des Journées Portes Ouvertes de l'École qui ont lieu en moyenne trois fois par an.

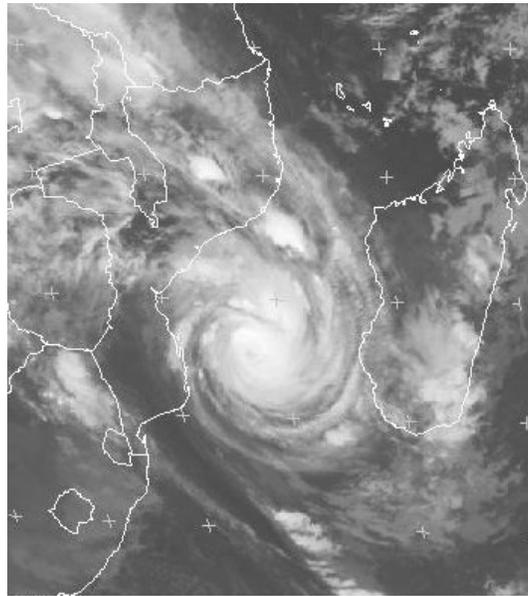
Pour chaque promotion (i.e. tous les étudiants en même année de formation), sont organisées de nombreuses conférences pour les étudiants de l'École (essentiellement L2/L3). Ces conférences ont clairement pour objectif de faire naître un intérêt pour la discipline chez quelques étudiants qui pourront ensuite concrétiser cet intérêt par des projets.

À l'échelle de la classe, les étudiants de M2 ont, eux, travaillé sur la segmentation non supervisée d'images spatiales. Enfin, à l'échelle la plus fine, c'est-à-dire par groupe de 2 à 6 étudiants selon la difficulté, les étudiants (L2 à M2) ont pu mettre en pratique quelques-unes de leurs connaissances théoriques lors de projets (la pédagogie par projet est un des piliers de la formation à l'ESIEA).

### Robots d'exploration aériens

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.

Du point de vue opérationnel, un des points critiques de l'imagerie aérienne très haute résolution (centimétrique) est le coût de revient d'une image, car il faut monopoliser un avion et un pilote.



**Figure 23** – *Le cyclone Funso au sud de l’île de Madagascar le 25 janvier 2012. ©Eumetsat.*

Pour réduire ce coût, de nouvelles machines volantes sont apparues dans le ciel : les drones. Un drone est, pour simplifier, un aéronef robotisé sans pilote pouvant réaliser de manière semi-automatique une mission de renseignement.

Dans la pratique, la réalisation d’un tel engin 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 et le contrôle temps réel, la navigation autonome, etc... L’expérience d’ATIS porte sur l’intégralité 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.

### **Drone à voilure tournante : quadrirotors**

Un quadrirotor est, de manière simplifiée, une structure en forme de croix sur laquelle est placée à chaque extrémité une hélice motorisée. En introduisant une différence de vitesse de rotation sur chacun des moteurs de manière coordonnée, le quadrirotor est capable d’effectuer toutes les manœuvres.

Le premier drone développé par le laboratoire, le prototype *Faucon Noir* est un minidrone de type quadrirotor (figure 24) utilisé pour des applications en extérieur. Une de ses caractéristiques très spécifiques est sa capacité d’emport (1kg pour un poids du système hors charge utile de 1,5kg!). Le drone *Sparrow* est, lui, destiné à des missions en intérieur grâce à sa taille réduite ( $\sim 35$  cm de diamètre). Les autres avantages de *Sparrow* sont une réduction générale des coûts, ainsi qu’une carte électronique modulaire utilisable sur plusieurs type de robots différents (volant, roulant, de surface et sous-marin).

### **Drone à voilure fixe : aile delta**

Pour diversifier son expérience sur les porteurs utilisables pour des missions de cartographie haute résolution, le pôle a développé un prototype de voilure fixe de type aile delta (figure 25).



**Figure 24** – Deux prototypes à voilure tournante du laboratoire : Faucon Noir V1 (à gauche), Sparrow SP5 (à droite).

Les drones à voilure fixe ont une meilleure endurance et peuvent embarquer plus de charge utile que les drones à voilures tournantes. En revanche, ils ont besoin de plus de place pour les phases de décollage et d’atterrissage. En outre, ils sont incapables de faire des missions qui nécessitent un vol stationnaire. Le projet *Aile Delt@* est aussi à vocation pédagogique car il permet de former certains de nos étudiants aux technologies internes développées dans le pôle dans le cadre de la pédagogie par projets de la formation initiale par exemple.



**Figure 25** – L’aile Delt@ (à gauche) et son lancement par Robert Terrisse, chercheur associé (au centre), pour un vol piloté par Vincent Vittori (à droite).

*Aile Delt@* est fabriquée dans une mousse hautement résistante aux chocs et autres impacts divers (EPP ou Polypropylène expansé). Son petit format permet de la transporter facilement et offre la possibilité de voler presque n’importe où, voire même en intérieur. Le coût de construction de tels prototypes est faible, tant d’un point de vue financier que d’un point de vue temps de réalisation, ce qui permet de les multiplier aisément.

Vidéos associées :

– <http://www.atis-lab.fr/robots-exploration/aile-delta-une-plateforme-pedagogique.html>

## Robots d'exploration 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 en zone littorale proche. Cette zone est particulièrement intéressante du point de vue des applications environnementales, archéologiques ou dans les secteurs de la Défense et de la sécurité par exemple. Il est à noter que ces projets se sont enrichis du partenariat avec la société *Fischer Connectors*, leader dans les connecteurs circulaires *push/pull*.

Le laboratoire ATIS tient également à chaleureusement remercier la Mairie de Charenton-le-Pont pour lui avoir permis de tester ses prototypes dans sa piscine et sa fosse de plongée.

### Aquatis



**Figure 26** – *Prototype Aquatis V2.*

Le robot Aquatis est composé de deux tubes en alliage d'aluminium enchassés dans une structure rectangulaire (fig 26). Il est de type hybride, c'est-à-dire qu'il est soit pilotable à distance par un opérateur humain lorsqu'il est connecté par un fil (mode filoguidé) soit capable d'effectuer une mission de manière automatique, donc sans aide extérieure. Le tube supérieur contient toute l'intelligence du robot. Le tube inférieur contient les batteries. Ce dernier étant plus lourd, il fait aussi office de quille. Aquatis possède 4 propulseurs lui permettant d'effectuer toutes les évolutions élémentaires (monter, descendre, tourner à gauche, à droite). Il est aussi équipé de capteurs vidéo et d'un sonar.

L'essentiel des évolutions de cette année a porté sur le développement des ressources bas-niveau internes au robot (bus de communication, capteur de pression, contrôle fin des moteurs) ainsi que

	Aquatis	Ryujin
Dimensions longueur×largeur×hauteur	75 cm×51 cm×57 cm	30 cm×20 cm×30 cm
Poids	39 kg	9 kg
Propulseurs	4 (seabotix)	4 (fabrication maison)
Coque	alliage en alluminium	PVC et PMMA
Mode hybride (filoguidé ou auto- matique)	oui	oui

**Table 2** – Principales caractéristiques physiques des robots d’exploration sous-marine *Aquatis* et *Ryujin*.

sur l’asservissement et le contrôle de trajectoire avec ou sans information visuelle. La gestion de l’intelligence artificielle du robot a été optimisée via un système d’abonnement pour gérer la communication entre les différents niveaux et les périphériques.

Nous avons pu cette année tester le robot en situation tant en bassin qu’en milieu naturel (figure 27).



**Figure 27** – Tests du robot *Aquatis* en bassin à Charenton-le-Pont (à gauche) et sur la base de l’OTAN à La Spezzia durant le concours SAUC-E (à droite).

Le tableau 2 résume les principales caractéristiques physiques des différents robots d’exploration sous-marins *Aquatis* et *Ryujin*.

## Ryujin

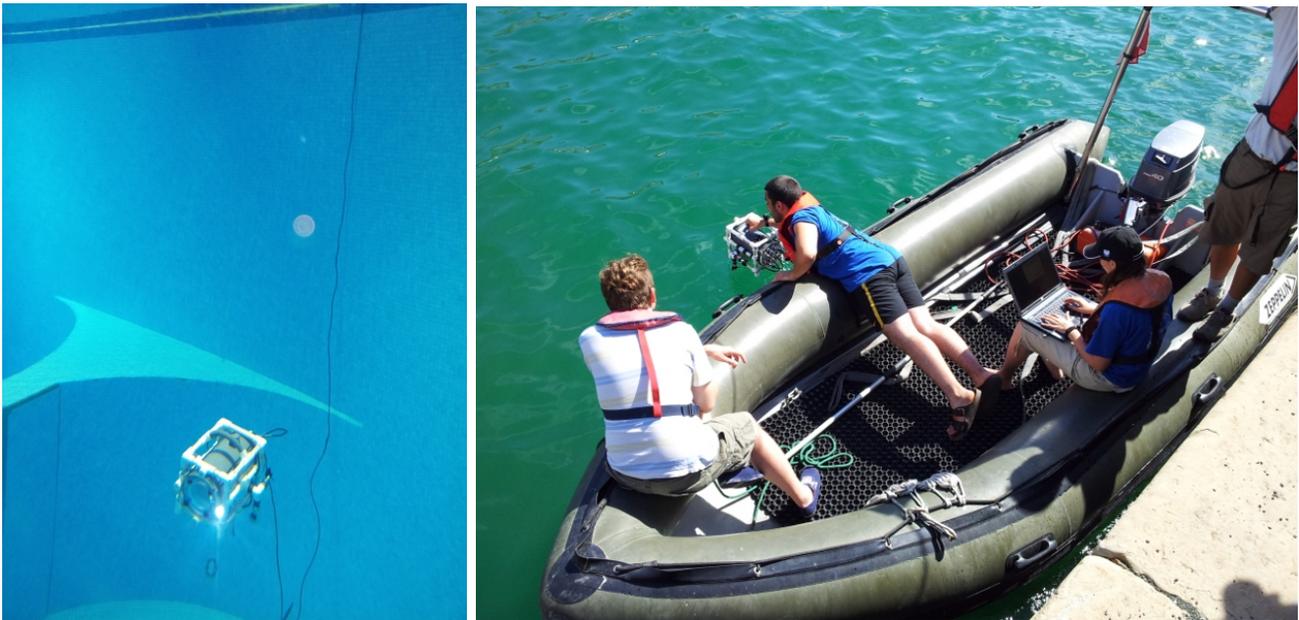
Les points forts du robot d’exploration sous-marine *Ryujin* sont la miniaturisation (< 10 Kilogrammes, < 40 centimètres de long), la simplicité de construction (usinage réduit à l’utilisation de la machine-outil à commande numérique de l’école) et la réduction des coûts (< 1000€ hors centrale d’attitude pour le vecteur nu), tout en conservant les capacités requises pour une utilisation opérationnelle. L’objectif, à terme, est de disposer d’un robot de très petit gabarit facilement



**Figure 28** – *Prototype Ryujin.*

embarquable et déployable et reproductible tant du point de vue du coût financier que de sa fabrication, pour des aborder la réalisation de mission en groupe.

D'un point de vue mécanique, le projet réinvente les possibilités offertes par le projet *SeaPearch* du MIT avec une structure PVC modulaire sur laquelle s'accroche l'ensemble des sous-systèmes. Un souci particulier a été porté à la miniaturisation de la motorisation par l'utilisation de moteurs « brushless ». Pour la partie électronique, le projet s'appuie sur le développement, commun au projet *Sparrow*, d'une carte électronique modulaire (une carte mère plus des cartes d'extensions) qui gère l'asservissement ainsi que les communications de haut niveau avec les capteurs. *Ryujin* a lui aussi été testé en situation (figure 29).



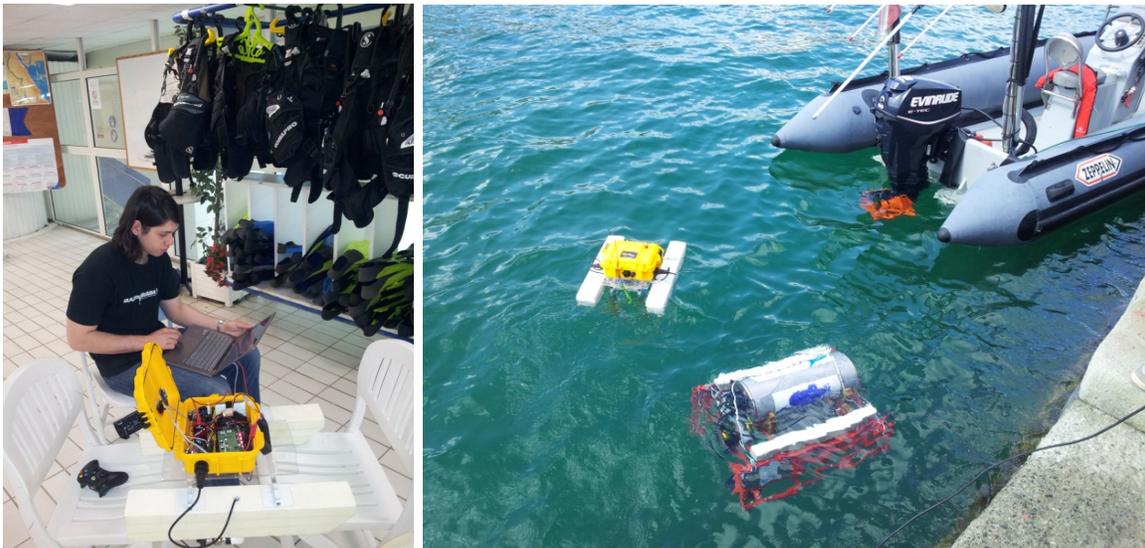
**Figure 29** – *Ryujin en opération en bassin (à gauche) et au concours SAUC-E à La Spezia (à droite).*

## Autres robots d'exploration

### Robot de surface : ASV

Lors de la mise en œuvre opérationnelle des robots sous-marins en milieu naturel, nous nous sommes vite retrouvés limités, en mode filoguidé, par la longueur du câble et par le fait que celui-ci s'accroche très facilement. Pour le premier point, il est possible de prendre un câble plus long, mais cela pose alors le problème du poids du câble à manipuler et le problème d'accroche reste entier. Aussi, nous avons imaginé une autre solution qui consiste à utiliser un véhicule de surface, appelé ASV, et qui est lié en filaire au sous-marin pour conserver une bonne qualité et un bon débit de transmission de données et faire un pont wifi entre la station utilisateur et l'ASV. En faisant ainsi, nous avons répondu aux contraintes posées.

L'ASV conçu et réalisé est de type catamaran (figure 30). Ce robot est de type hybride, c'est-à-dire qu'il est capable soit d'être piloté par un opérateur humain soit faire un stationnaire ou suivre une trajectoire pré-définie. Nous prévoyons de le doter de nombreuses autres fonctionnalités dans les années à venir.



**Figure 30** – L'ASV lors d'une session en fosse de plongée à Charenton-le-Pont (à gauche) et relié à Aquatis à La Spezzia (à droite).

### Robot d'exploration roulant : Bl'Hack Panther

Pour certains besoins spécifiques ou pour tester des techniques telles que le *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) sur des plateformes moins contraintes que les drones volants ou sous-marins, le laboratoire a ouvert un nouveau projet consacré aux UGV (*Unmanned Ground Vehicles*). La première production est le projet pédagogique *Bl'Hack Panther*. Dans ce projet de niveau bac+2, nous avons hacké une voiture télécommandée du commerce répondant à nos contraintes pour pouvoir la contrôler non plus via la télécommande mais par un ordinateur et donc pouvoir la programmer (figure 31). Ensuite, nous avons commencé à travailler sur la détection d'obstacles proches via un capteur ultrason afin d'asservir en distance la voiture par rapport à un plan (un mur par exemple).



**Figure 31** – Le véhicule hacké Bl'hack Panther commandable par ordinateur (à gauche) et le capteur ultrasons (à droite).

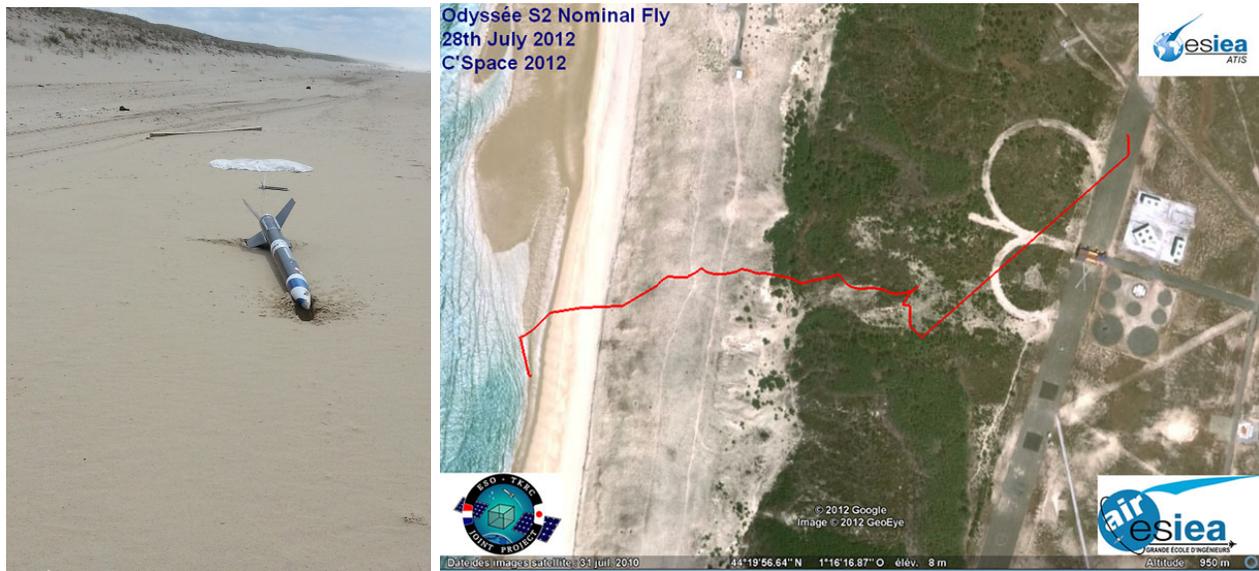
### Micro Sonde : CanSat

Le projet *CanSat* consiste à simuler une micro-sonde spatiale dans un volume équivalent à une canette de soda de 33 cl. Plus précisément, la sonde va descendre sous parapente et elle doit transmettre en temps réel et tout au long de sa trajectoire des données concernant sa position (GPS, altitude), la température, la pression ambiante etc... Ce projet a été testé durant le concours *CanSat* organisé par le CNES. La figure 32 montre le *CanSat* réalisé ainsi que le ballon qui l'a largué.



**Figure 32** – La sonde *CanSat* (à gauche) et le ballon du CNES qui l'a larguée depuis une centaine de mètres d'altitude.

Notre charge utile a aussi été testée lors d'un vol d'une fusée expérimentale de l'association aérospatiale *Estaca Space Odyssey*. La figure 33 montre la fusée à son point d'impact ainsi que la trajectoire transmise en temps réel par notre *CanSat*, trajectoire estimée avec une erreur inférieure à 10 mètres.



**Figure 33** – La fusée de l'association Estaca Space Odyssey a son point d'impact (à gauche) et la trajectoire transmise en temps réel par CanSat (à droite).

## Innovations pédagogiques

### ULC

Le projet ULC consiste à développer une carte multi-fonctions basée sur la technologie dsPIC permettant l'initiation des étudiants de L1/L2 à la programmation micro-contrôleur et à ses périphériques courants (PWM, RS232, I2C, SPI, Output Compare, Input Capture, ADC). Elle permet aussi l'adjonction de cartes d'extensions réalisées par les étudiants (pour ajouter une communication XBEE ou des ponts en H par exemple).

La technologie dsPIC étant au cœur de tous nos projets de robotique d'exploration, la carte ULC sert aussi de point de départ pour la réalisation de toutes les cartes de contrôle de complexité supérieure (*sparrow* et *Ryujin* entre autres), ce qui permet de factoriser les efforts dans le temps et de maintenir une communauté vivante de projets d'étudiants.

### Autocorrect

Pour maximiser les chances de réussite de nos étudiants intégrant l'École à l'issue du baccalauréat, l'équipe d'enseignants intervenant en bac+1 est essentiellement composée de permanents du pôle ATIS. Ces populations d'étudiants entrant dans le monde de l'enseignement supérieur ont beaucoup changé en quelques années, suite aux nombreuses réformes de l'enseignement secondaire voire primaire. Pour pouvoir être efficace, l'équipe des enseignants chercheurs du laboratoire ATIS en charge du module programmation et algorithmique a fortement modifié sa pédagogie ces dernières années.

À titre d'exemple, nous avons développé un outil de monitoring temps réel des compétences acquises par l'étudiant en fonction des compétences demandées. Cet outil est composé d'un robot en ligne (accessible depuis internet) qui va analyser le code soumis par l'étudiant selon plusieurs critères (compilation réussie, avec ou sans warning, exécution du code avec des données propres à l'enseignant, justesse des résultats, complexité du code, comparaison du code fourni avec l'ensemble



- Département Observation, Modélisation et Décision, ENSMP

## Enseignement dans des programmes Master extérieurs

- Système d'Information Géographique, M2, Université de Marne-la-Vallée.
- Programme européen Athens, Télécom Paristech.
- UE Pesto, Télécom Paristech.

## Stages et thèses préparés au laboratoire

### Thèse en cours

- Thèse de Loïca Avanthey, en co-direction avec Michel Roux de Télécom ParisTech, financement DGA : *Mosaïquage de données 3D obtenues par des drones hétérogènes à l'interface air/eau*. Débutée en octobre 2012.

### Encadrements de projets étudiants

- A. Clouet, A. Putters, J. Shuman, *Projet ASV : Conception et réalisation d'un véhicule de surface*, ESIEA ATIS, 2012, (3A),
- N. Broquet, D. Grappe, S. Prudhon, D. Deis, *Réalisation d'une carte d'aide au pilotage d'une micro aile delta*, ESIEA ATIS, 2012, (3A),
- O. El Fettah, L. Leng, *Positionnement de plateforme robotique par imagerie laser*, ESIEA ATIS, 2012, (3A),
- C. Broux, B. Crespin, A. Vukcevic, *Projet Cansat : simulation d'une sonde spatiale dans un volume d'une cannette*, ESIEA ATIS, 2012, (2A),
- R. Begue, V. Guilleaud, G. Philippot, H-H Traing, *Dronification équipe capteur*, ESIEA ATIS, 2012, (2A),
- J. Baron, U. Budin, A. Devin, A. Maucade, *Dronification équipe moteur*, ESIEA ATIS, 2012, (2A),
- A. Banikyan, M. Loureiro, M. Medhat Wadie, S. Sarhi, J. Simonian, *Interfaçage de capteurs sur le Robot sous marin Ryujin*, ESIEA ATIS, 2012, (2A),
- P. Chatelier, L. Dupessey, M. Leduc, *Projet Aquatis, le drone sous-marin de l'ESIEA*, ESIEA ATIS, 2012, (4A),
- R. Lombard, M. Eliard, Y. Boisgontier, M. Alami Idrissi, *Projet Sparrow - Centrale inertielle bas coût*, ESIEA ATIS, 2012, (4A),

## Publications et productions du pôle ATIS

### Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- L. Beaudoin, L. Avanthey, A. Gademer, V. Vittori, L. Dupessey, J.-P. Rudant, "Aquatis and Ryujin projects : first steps to remote sensing of the sea bottom by small homemade Autonomous Underwater Vehicles". In *International Geoscience and Remote Sensing Symposium - IGARSS*, pp. 5325 - 5328, Munich, Germany, 2012

Abstract :

*For many applications such as pipeline surveys, environmental, archeological or security studies, precise information on the sea bottom can be critical. But because of the difficulties of underwater exploration, even coastal areas are mostly unsurveyed. The main issues are due to the hostility of the sea environment : pressure, salinity, and a limited visibility (less than 15 meters most of the time). It is also very difficult to get a precise localisation : there is a huge drift and it is impossible to use such device as the GPS data for live geo-positionning. For all these reasons, it takes a lot of time to cover an area undersea, and the use of divers may be too dangerous or expensive. That is why the use of underwater robots is considered as an efficient solution : it allows deeper and longer diving as well as the use of optimized payloads. In a divide and conquer approach, using a team of robots allows to decrease the time needed to cover the area of interest. The main hindrance to such development is the cost (> 10,000 euros) and the size (manipulation, transportation, etc.) of the robots. That is why we present in this article two small low cost homemade underwater robots. These robots are called Aquatis and Ryujin and benefited from the experience earned on our previous aerial robotic work. A first section summarize the technical aspects of the robots (mechanical and electronic designs, software developments). Then we present the first operational results obtained during pool tests and also during an international student contest dedicated to autonomous underwater robotics. This section ends with pedagogical return of experience.*

- R. Erra, V. Guyot, L. Avanthey, A. Gademer, L. Beaudoin, "Swarm UAV attack : how to protect sensitive data?". In *European Conference on Information Warfare and Security, ECIW2012*, Laval, France, 2012.

Abstract :

*Nowadays, UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) are increasingly used for military purposes and are spreading in civilian applications. The trends of these "next generation" vectors are the automation of the system, the miniaturization, the collaboration between several systems, and a general decrease in the production costs.*

*Yet today, UAVs are not fully automatic and are mainly operated by humans. That means the UAVs need to maintain data links with their owners. Those may be of two types : rising (orders) or descending (captured data). All these links are potential gateways for possible attacks on the integrity of the mission of the UAV. The other problem of the control link is that it can be accidentally lost or even confused by the enemy. To minimize the need to rely on data links between drivers, operators and vectors, the manufacturers are seeking to significantly increase the automation of UAVs, which means providing the vectors with a lot of valuable information, critical most of the time (flight plan, mission's objectives, starting coordinates, encryption keys, etc.). All these data require special protection, especially in case of UAV capture.*

*Let us imagine the following scenario : a UAV from a swarm has been captured on a mission. A lot of countermeasures against UAVs can be used and sensitive data have to be protected so : is it possible to secure (in a broad sense) the sensitive data and the software in such a way as to avoid any information leak in this situation ?*

*In case of retrieval of the UAV two possibilities have to be considered. The first one relates to the fact that the UAV has shut down because of a crash : all the sensitive data are protected as the secure token is supposed to be tamper resistant ; or have been destroyed. The second possibility is that the UAV has been captured unharmed and is still operational : in this*

*case, all the sensitive data are not protected anymore and the reverse engineering will not be so difficult. We propose to use the Shamir's secret sharing scheme and the notion of k-ary goodware (which is a generalization of k-ary virus) and we will show why in this case no sensitive information will be retrieved, even in the case where a small number of UAVs have been captured unharmed. Different variants will be presented in this paper : a swarm of UAVs for a unique target, multiple swarms for a unique target and multiple swarms for multiple targets.*

## Concours et prix

- **Prix du meilleur robot bas coût - Robot RYUJIN (SAUC-E)**
- **Prix de la meilleure utilisation des ressources - Robot AQUATIS**

Ce concours a pour objectif de stimuler l'innovation dans les technologies sous-marines et les domaines apparentés. Organisée par le Centre de recherche sous-marine de l'OTAN (NATO Underwater Research Center - NURC) à La Spezia (Italie), cette compétition européenne porte sur les capacités opérationnelles de prototypes de véhicules sous-marins autonomes (AUV) à effectuer des missions comme la recherche sous-marine d'objets ou le déminage en milieu naturel. Lien : <http://www.nurc.nato.int/>

- **4<sup>ième</sup> place 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 (projet CANSAT).

Lien : <http://www.cnes-jeunes.fr/>



# 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 2012 s'est inscrite dans la continuité de 2011 par la pérennisation de différents contrats de recherche partenariale avec plusieurs partenaires de renom au plan régional, national voire international parmi lesquelles :

- La société ESSILOR, avec laquelle le pôle RVSE négocie un contrat-cadre de R&D (contrat en cours de rédaction).
- La société GENOUROB.

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

## Composition du pôle RVSE

- Directeur du pôle

Jean-Louis Dautin (Ing.).  
Email : [dautin@esiea-ouest.fr](mailto: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](mailto:lepretre@esiea-ouest.fr)  
Tél : +33(0)2 43 59 46 20

- Ingénieurs de recherche

- Franck Crison

Email : [crison@esiea-ouest.fr](mailto:crison@esiea-ouest.fr)

Ingénierie électronique, informatique système, FPGA, DSP.

- Sébastien Gageot

Email : [gageot@esiea-ouest.fr](mailto:gageot@esiea-ouest.fr)

Ingénierie électronique, ingénierie électrotechnique.

- Marc Le Renard

Email : [lerenard@esiea-ouest.fr](mailto:lerenard@esiea-ouest.fr)

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

- Doctorants

- Jérôme Ardouin

Email : [ardouin@esiea-ouest.fr](mailto: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.*

Cette thèse a vu en 2012 la mise au point et la validation, par Jérôme Ardouin, en partenariat avec l'équipe encadrante Inria (Anatole Lécuyer, Maud Marchal et Éric Marchand), du procédé *FlyVIZ*. Il s'agit d'un dispositif visant à étendre une capacité du système visuel humain, à savoir, le champ de vision. Le concept du système consiste à associer une caméra panoramique et un visiocasque, tous deux portés sur la tête de l'utilisateur (Figure 35).



**Figure 35** – *Prototype FlyVIZ (caméra, casque et visiocasque)*

La caméra panoramique capture une image très distordue de l'environnement de l'utilisateur (Figure 36). Un traitement adéquat de l'image permet ensuite de restituer une vue cohérente à l'utilisateur, en temps réel, avec le moins de latence possible (Figure 37).

Un étudiant en dernière année de l'ESIEA (Clément Riant) a également été intégré à l'équipe pour la mise au point du prototype. Ces travaux ont donné lieu à une publication, un brevet et une action de communication presse (voir section *Publications du pôle RVSE*).

Cette thèse a également traité le problème de l'interaction en environnements virtuels avec une vision omnidirectionnelle.

Lorsque l'on interagit avec un environnement virtuel, les méthodes classiques de représentation, immersive ou non, peuvent contraindre le champ visuel de la vue calculée. Le champ visuel est également contraint à celui de l'utilisateur (environ 180 degrés). Pour représenter une information visuelle supérieure à 160 degrés, les projections perspectives classiques introduisent beaucoup de distorsion, les vues synthétisées devenant difficilement exploitables. En cartographie, il est courant d'utiliser des projections différentes, permettant de « déplier » la surface de la terre sur un plan



**Figure 36** – *Image brute acquise par la caméra catadioptrique*



**Figure 37** – *Image brute acquise par la caméra catadioptrique après traitement*

(Figure 38). L'idée des travaux menés sur ce thème est donc d'utiliser, d'adapter et d'évaluer des



**Figure 38** – *Comparaison des champs visuels fournis par : 1) une projection cylindrique équirectangulaire, 2) le champ visuel humain naturel, 3) une projection perspective telle qu'utilisée dans les jeux vidéo modernes*

méthodes de projection utilisées dans le domaine de la cartographie à la visualisation d'environnements virtuels en temps réel (Figure 39). Une implémentation intégrant plusieurs d'entre elles a été développée (OpenGL GLSL). Une évaluation utilisateur a également été menée, démontrant le gain de performance des méthodes de projection omnidirectionnelle pour une tâche de navigation et de collecte d'objet. Ces travaux ont été retenus pour publication à IEEE 3DUI 2013.



**Figure 39** – Navigation à la première personne dans un environnement virtuel en utilisant une projection de Hammer

## Publications du pôle RVSE

### Brevets

- *Dispositif de visualisation adapté à fournir un champ visuel étendu*. Brevet numéro 12 53696 du 23 avril 2012.

### Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- J. Ardouin, A. Lécuyer, M. Marchal, C. Riant, E. Marchand, "FlyVIZ : A Novel Display Device to Provide Humans with 360-Degree Vision by Coupling Catadioptric Camera with HMD". In *ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (ACM VRST)*, Toronto, Canada, 2012. Actes publiés sur ACM Digital Library, <http://dl.acm.org/event.cfm?id=RE137>
- J.-L. Lugin, F. Charles, M. Cavazza, M. Le Renard, J. Freeman, J. Lessiter, "Are immersive FPS games enjoyable?". In *Proceedings of the 18th ACM symposium on Virtual reality software and technology*, Toronto, Ontario, Canada, 2012. Actes publiés sur ACM Digital Library, <http://dl.acm.org/event.cfm?id=RE137>
- J.-L. Lugin, F. Charles, M. Cavazza, M. Le Renard, J. Freeman, J. Lessiter, "CaveUDK : a VR game engine middleware". In *Proceedings of the 18th ACM symposium on Virtual reality software and technology*, Toronto, Ontario, Canada, 2012. Actes publiés sur ACM Digital Library, <http://dl.acm.org/event.cfm?id=RE137>

### Conférences nationales invitées

- S. Gageot. *La Réalité Virtuelle dans le Domaine Médical*. Atelier-conférence MEITO-CLARTÉ, 18 octobre 2012, Laval, [http://www.meito.com/upload/lstdif/1/file/Invitation\\_Atelier\\_Conference\\_18oct2012.pdf](http://www.meito.com/upload/lstdif/1/file/Invitation_Atelier_Conference_18oct2012.pdf)
- S. Gageot. *Les TIC au service d'un diagnostic performant et moins invasif*. Atelier-conférence MEITO-CRITT Santé Bretagne, 6 décembre 2012, Brest.

## Conférences internationales avec comité de sélection sans actes

- Lors de *Laval Virtual 2012*, une installation en collaboration avec la *Teesside University* pour faire fonctionner un moteur de jeu vidéo sur un système immersif. Le système utilisé pour l'installation était le workbench du pôle RVSE. Le workbench utilise deux PC montés en cluster graphique pour permettre de gérer un écran par poste. L'appliquatif utilisé pour cette démonstration est le moteur du jeu *Unreal*, moteur dernière génération permettant de réaliser des rendus de grande qualité, en temps réel. Ce moteur dans le cadre d'application de réalité virtuelle permet d'exploiter les dernières innovations en termes de qualité de rendu graphique.

L'installation a suscité beaucoup d'intérêt (une apparition dans le journal du jeu vidéo sur Canal+) et a abouti à deux publications internationales lors de la conférence ACM VRST.

## Prix & Récompenses

- La solution *EASY DETECT* © développée en partenariat avec le groupe DIRICKX a obtenu le *Batiweb Award 2012* dans la catégorie « domotique, automatisation et contrôle d'accès » en mars 2012.

## Le pôle RVSE dans la presse

Une action de communication presse nationale autour du prototype *FlyVIZ* a été menée en partenariat avec l'Inria. Suite à la conférence de presse, à laquelle 22 journalistes ont assisté, on a pu noter de très nombreuses retombées positives, dans les presses nationales, locales et même internationales, et ce sur de nombreux types de media différents (tv, radio, presse, blog) :

- une dépêche AFP,
- 18 reprises de la dépêche AFP,
- 7 articles en presse quotidienne nationale,
- 38 articles en presse *online*,
- 5 reportages télévision,
- 4 reportages radio,
- 43 articles en presse quotidienne régionale,
- 10 interviews réalisées...

soit au total plus de 116 retombées presse.

Le projet IP3 (en collaboration avec la société GENOUROB) a également fait l'objet d'une médiatisation lors du journal télévisé de 20 heures sur TF1 (13 décembre 2012), à l'occasion de la présentation du projet à la presse au Trianon Palace de Versailles.

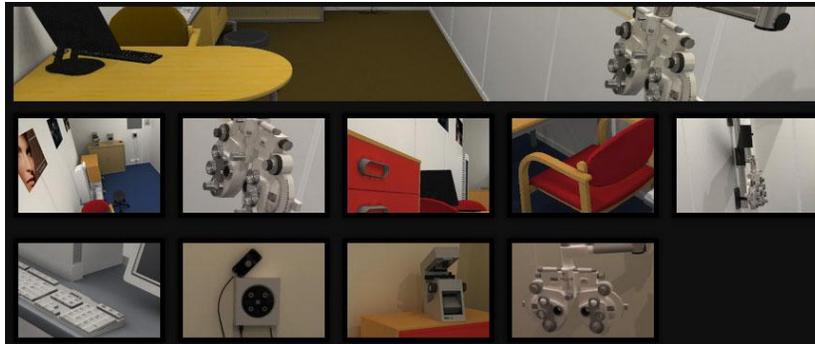
## Contrats et transferts technologiques 2012

### Contrat Essilor : simulateur de verres

L'ESIEA poursuit son activité de recherche et développement pour le groupe ESSILOR. Les prestations fournies sont pour la plupart axées sur le simulateur de verres (conseil, développement de nouvelles fonctionnalités, améliorations de fonctionnalités existantes. . .) mais sont aussi parfois plus généralistes : il a été développé un système pour estimer la latence entre l'acquisition et



l'exploitation des données d'un tracker, système ayant permis de mesurer précisément le retard à l'affichage.



**Figure 40** – *Le système ESSILOR mis en place par le pôle RVSE*

Une intervention sur le site d'ESSILOR à Saint-Maur a été effectuée par des membres du laboratoire RVSE (Figure 40) afin de mettre en place le système. Toutes les mesures nécessaires à l'estimation de la latence ont été effectuées lors de cette intervention et ont ensuite été analysées par l'équipe de l'ESIEA. Les résultats de cette étude pourront par la suite permettre de mieux régler les composants du système d'ESSILOR et de pouvoir estimer les erreurs potentielles sur les temps de réponse des utilisateurs dans le simulateur.

Les prestations effectuées pour ESSILOR sont soumises à un accord de confidentialité (Confidentiel Industrie) et ne peuvent pas être plus détaillées dans ce document.

## Contrat GenouRob

### Projet IP3

L'année 2012 a été celle, via le projet IP3, du développement hardware et software d'un système grand public pour les salles de sports pour la préparation du genou avant compétitions sportives (ski, hand-ball, football...). Le projet IP3 traite de la prévention de la rupture du ligament croisé antérieur (LCA).

IP3 est le seul dispositif au monde permettant de stimuler l'appareil ligamentaire (réflexe ligamento-musculaire) avec autant d'efficacité que les exercices dits « de terrain » tout en supprimant tout risque de lésion (activation de la contraction anticipatoire).

### Projet ROTAM

Ce second projet concerne le développement hardware et software d'un système automatisé pour l'analyse de la rotation forcée du tibia. Ce projet a été mené en partie avec le concours des

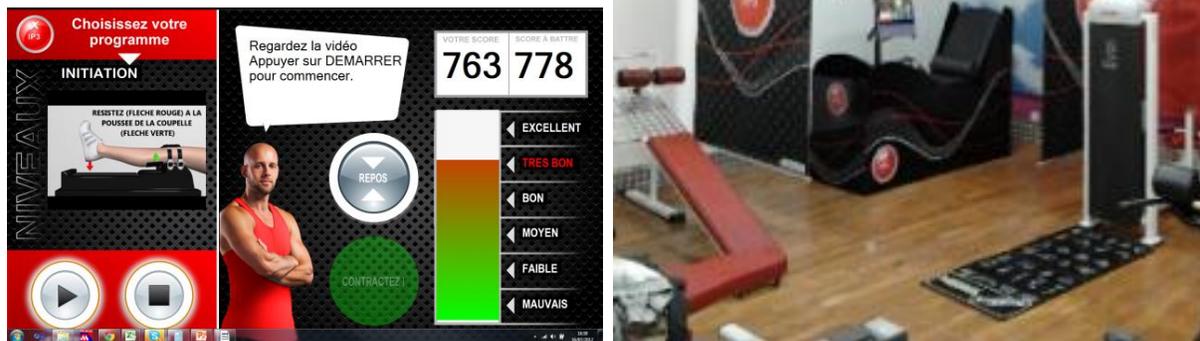


Figure 41 – Présentation à la presse lors de l'inauguration de la presse au Trianon Palace Versailles

étudiants du programme *Espoirs Recherche*. Un premier prototype est actuellement en test au Centre de Recherche Publique de la Santé (C.R.P) du Luxembourg. Ce projet a fait l'objet de deux conférences nationales sans actes (voir section *Publications*).

## Contrat RIAM

Une mission d'expertise de projet R&D de l'appel à projet RIAM (Réseau Recherche et Innovation en Audiovisuel et Multimédia) a été confiée au pôle RVSE par OSEO et le Centre National du Cinéma et de l'Image Animée (CNC). Le contenu de cette expertise est confidentiel.

## Contrat SYNTHESE3D

Ce contrat traite de l'estimation de pose et de focale dans une photographie pour la synthèse d'image et d'animations augmentées. La société *Synthese3D* a fait appel au pôle RVSE pour une prestation de développement logiciel dans le domaine de la réalité augmentée. La prestation a consisté en l'étude et le développement d'une librairie logicielle pour l'estimation de pose et de focale à partir d'une photographie prise avec un appareil dont les caractéristiques sont inconnues *a priori*.



**Figure 42** – *Prototype ROTAM*

## Contrat Clarté

CLARTÉ a confié au laboratoire RVSE, une étude liée à un défaut de synchronisation de téléviseurs 3D grand public. Cette expertise a été réalisée en deux étapes. Dans un premier temps, le laboratoire RVSE a réalisé une étude de faisabilité. Certains téléviseurs n'ont pas un affichage synchrone avec le signal d'entrée vidéo. La réalisation de murs d'images 3D s'avère donc impossible dans ce cas (désynchronisation des images stéréo entre plusieurs téléviseurs).

Après identification d'une solution, la seconde étape a porté sur le développement d'une solution de synchronisation, ainsi que la validation et le test sur un dispositif bi-écran. Cette solution a été présentée pour la première fois sur le stand de CLARTÉ lors du salon *Laval Virtual 2012*.

## Contrat 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 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.

À ce jour, le prototype matériel est constitué d'une ceinture portant un LIDAR, une électronique permettant un retour d'information vibro-tactile, un boîtier de commande simplifié pour l'utilisateur et une unité de traitement. Au niveau logiciel, le prototype permet de programmer des trajets sur un fond de carte, de sélectionner une destination par un menu sonore et un boîtier d'interface dédié, d'orienter l'utilisateur par un retour vibro-tactile intégré à la ceinture. Une version pleinement fonctionnelle devrait voir le jour courant 2013.



# 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'Ecole 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. Fin 2012, la première thèse classée Confidentiel Défense sera soutenue.

Depuis fin 2011, le laboratoire assure l'organisation et la direction scientifique du mastère 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 mastère spécialisé *Sécurité de l'Information et des Systèmes* (SI&S; <http://www.esiea.fr/sis>) ainsi que la formation badge en reverse engineering 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 pour 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 badge) 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...).

## 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, 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 grosses quantités 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 « joués » par les attaquants. Cette connaissance peut être en particulier très utile aux entreprises qui sont des cibles privilégiées de ce type d'attaques.
  - 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](mailto: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](mailto:rey@esiea-ouest.fr)  
Sécurité réseau, sécurité radio et télécommunications, électronique.

- Adjoint du laboratoire - Paris

**Robert Erra** (Ph D).  
Email : [erra@esiea.fr](mailto: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](mailto:laurence.filiol@esiea-ouest.fr)

- Chercheurs permanents

- Vincent Guyot (Ing. - Ph D)  
Email : [guyot@esiea.fr](mailto:guyot@esiea.fr)  
Sécurité cartes à puce, sécurité RFID, sécurité système, sécurité réseau.
- Jonathan Dechaux (Ing. et doctorant)  
Email : [dechaux@esiea-ouest.fr](mailto:dechaux@esiea-ouest.fr)  
Sécurité des applications - Programmation et développement sécurisés.
- Olivier Ferrand (Ing. et doctorant)  
Email : [olivier.ferrand@esiea-ouest.fr](mailto:olivier.ferrand@esiea-ouest.fr)  
Programmation sécurisée, sécurité système antivirale.

- Doctorants

- Nicolas Bodin  
Email : [bodin@esiea-ouest.fr](mailto:bodin@esiea-ouest.fr)

Stéganographie.

- Christophe Grenier  
Email : `grenier@esiea.fr`  
Cryptographie, protection logicielle.
- Eddy Deligne  
Email : `eddy.deligne@esiea-ouest.fr`  
Systèmes, protection logicielle.
- Michel Dubois  
Email : `dubois@esiea-ouest.fr`  
Cryptographie symétrique.

- Chercheurs associés

- Abir Awad (ph D)  
Email : `abir.awad@gmail.com, awad@esiea-ouest.fr`  
Cryptologie chaotique
- François Déchelle (Ph D)  
Email : `dechelle@esiea-ouest.fr`  
Systèmes, sécurité embarquée, sécurité Unix, analyse hardware (JTAG)
- Alan Zcardelle (Ing.)  
Email : `zcardelle@esiea-ouest.fr`  
Virologie.

- 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, après leur diplôme d'ingénieur, de préparer une thèse.

- Baptiste David (3A/4A).  
Email : `baptiste.david@et.esiea-ouest.fr`  
Virologie, cryptographie, algorithmique.
- Hamon Valentin (3A/4A).  
Email : `valentin.hamon@et.esiea-ouest.fr`  
Virologie, algorithmique.
- Larget Dorian (3A/4A).  
Email : `dorian.larget@et.esiea-ouest.fr`  
Virologie, algorithmique.

- Scherrer Thibaut (3A/4A).  
Email : `thibaut.scherrer@et.esiea-ouest.fr`  
Virologie, algorithmique.
- Gregory Commin (3A/4A)  
Email : `gregory.commin@et.esiea-ouest.fr`  
Doctrines et techniques cyberguerre.
- David De Oliveira (2A/3A)  
Email : `david.deoliveira@et.esiea-ouest.fr`  
Sécurité réseau.
- Matthieu Breban (2A/3A)  
Email : `matthieu.breban@et.esiea-ouest.fr`  
Sécurité réseau.
- Matthieu Paulais (2A/3A)  
Email : `matthieu.paulais@et.esiea-ouest.fr`  
Sécurité réseau.
- Simon Robin (2A/3A)  
Email : `simon.robin@et.esiea-ouest.fr`  
Sécurité réseau.
- Sébastien Girardat (2A)  
Email : `sebastien.girardat@et.esiea-ouest.fr`  
Systèmes, reverse-engineering.
- Clarisse Benet (2A)  
Email : `clarisse.benet@et.esiea-ouest.fr`  
Systèmes, reverse-engineering.
- Guillaume Swaenepoel (2A)  
Email : `guillaume.swaenepoel@et.esiea-ouest.fr`  
Stéganographie.
- Wilfried Ollivier (2A)  
Email : `wilfried.ollivier@et.esiea-ouest.fr`  
Stéganographie.

## Thèses et stages

### Thèses soutenues en 2012

- Thèse de Michael François, soutenue en Octobre 2012 (en co-direction avec Thomas Groses [UT]). Titre : *Génération de nombres pseudo-aléatoires basée sur des systèmes multi-physiques exotiques et chiffrement d'images*, Université de Technologie de Troyes (UTT).  
Composition du jury : Tijani Gharbi (UFC), Safwan El Assad (Université de Nantes), Dominique Barchiesi (UTT), Jacques PATARIN (UVSQ), Robert ERRA (ESIEA), Thomas Groses (UTT).  
Résumé de la thèse : *L'utilisation des nombres (pseudo)-aléatoires a pris une dimension importante ces dernières décennies. De nombreuses applications dans le domaine des télécommunications, de la cryptographie, des simulations numériques ou encore des jeux de hasard, ont contribué au développement et à l'usage de ces nombres. Les méthodes utilisées pour la génération des nombres (pseudo)-aléatoires proviennent de deux types de processus : physique et algorithmique. Dans cette thèse, deux classes de générateurs basés sur des principes de mesures physiques et des processus mathématiques sont présentées. Pour chaque classe deux générateurs sont présentés. La première classe de générateurs exploite la réponse d'un système physique qui sert de source pour la génération des séquences aléatoires. Cette classe utilise aussi bien des résultats de simulation que des résultats de mesures interférométriques pour produire des séquences de nombres aléatoires. La seconde classe de générateurs est basée sur deux types de fonctions chaotiques et utilise les sorties de ces fonctions comme indice de permutation sur un vecteur initial. Cette thèse s'intéresse également aux systèmes de chiffrement pour la protection des données. Deux algorithmes de chiffrement d'images utilisant des fonctions chaotiques sont proposés. Ces Algorithmes utilisent un processus de permutation-substitution sur les bits de l'image originale. Une analyse approfondie basée sur des tests statistiques confirme la pertinence des cryptosystèmes développés dans cette thèse.*

### Thèses en cours

Trois thésards en 2012 ont mis fin à leur thèse en 2012 (deux démissions et un arrêt définitif pour longue maladie).

- Thèse de Nicolas Bodin. École doctorale École Polytechnique, Palaiseau. *Formalisation et conception d'un moteur de stéganographie opérationnel sous environnements PC et Mobiles*. Cette thèse a débuté en octobre 2009. Soutenance durant le premier semestre 2013. La thèse est classifiée.
- Thèse de Christophe Grenier. Thèse Ciffre DCNS, École doctorale École Polytechnique, Palaiseau. *Formalisation et implémentation de techniques de protection logicielles au niveau algorithme (code source)*. Cette thèse a débuté en décembre 2009. Soutenance durant le premier semestre 2013.
- Thèse de Eddy Deligne. Thèse Ciffre DCNS, École doctorale École Polytechnique, Palaiseau. *Formalisation et implémentation de techniques de protection par hypervision matérielle*. Cette thèse a débuté en décembre 2010. Soutenance prévue fin 2013.
- Thèse de Michel Dubois. *Etude combinatoire de la mise en équations sur  $GF(2)$  des algo-*

*rithmes de chiffrements par bloc*. École doctorale École Polytechnique, Palaiseau. Cette thèse a débuté en septembre 2010. Soutenance prévue fin 2013.

- 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.

## Stages Master - Mastère et Ingénieur 2012 (cycle M)

- Saran Chiwtanasuntorn (KMUTT University, Bangkok, Thaïlande). *Perseus : development and implementation of VoIP platforms*. Stage Master I (trois mois).
- Sowjanya Kanuri (Department of Electrical and Electronics Engineering, National Institute of Technology Karnataka, Surathkal, Inde), *Analysis and implementation of chaos-based synchronization techniques*. Stage Master I (quatre mois).
- Antoine Louveau (ESIEA/5A), *Analyse et documentation de codes source de logiciels antivirus commerciaux - Implémentation de techniques de virtualisation (machines virtuelles, sandbox) sous Windows 7*. Stage de fin d'études d'ingénieur et de mastère spécialisé de 6 mois.
- Andreea Prian (Université de Bordeaux). *Étude comparative et implémentation de techniques de stéganalyse JPEG*. Stage Master II de 6 mois.

## Stages 2012 (cycle L)

- Jean-Baptiste Coulprit (IUT Laval), *Visualisation de primitives cryptographiques en Python*. Stage DUT (trois mois).
- Boonyarit Changaival (KMUTT University, Bangkok, Thaïlande), *Advanced malware detection based on combinatorial structure*. Stage BSc de trois mois.

## Publications du laboratoire

### Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Éric Filiol. *Malicious Mathematics and Malicious Cryptology*. Chapitre du livre *Cryptography/Book I*. Intech Publishing, ISBN 979-953-307-478-7. Parution en février 2012. Disponible en *open access* sur <http://www.intechopen.com/books/cryptography-and-security-in-computing/malicious-cryptology-and-mathematics>

## Revue internationale à comité de lecture

- Michel Dubois et Éric Filiol. Proposal for a New Equation System Modelling of Block Ciphers and Application to AES 128. *PIONNEER Journal of Algebra, Number Theory and Its Applications*, vol. 4, issue 2, pp. 11-40, 2012, ISSN 2231-1831.
- Eric Filiol. PERSEUS Technology : New Trends in Information and Communication Security. *Intellectual Archive Bulletin*, Abstract ID 491, pp. 21-22, June 2012, ISSN 1929-1329.
- Mickaël Francois, Thomas Grosge, Dominique Barchiesi et Robert Erra. Image Encryption Algorithm Based on a Chaotic Iterative Process. *Applied Mathematics* 3 (12), 1910–1920 2012.
- Mickaël Francois, Thomas Grosge, Dominique Barchiesi et Robert Erra. Generation of encryption keys from plasmonics, *PIERS Online*, 7(3) :296–300.
- Mickaël Francois, Thomas Grosge, Dominique Barchiesi et Robert Erra. A new image encryption scheme based on a chaotic function. *Signal Processing : Image Communication*, 27(3) :249–259, 2012.
- Mickaël Francois, Thomas Grosge, Dominique Barchiesi, Robert Erra et Alain Cornet. Random sequences generation through optical measurements by phase-shifting interferometry. *EPL (Europhysics Letters)*, 98 :14002, 2012.
- Mickaël Francois, Thomas Grosge, Dominique Barchiesi et Robert Erra. A Novel Pseudo Random Number Generator Based on Two Plasmonic Maps. *Applied Mathematics*, Vol. 3 No. 11, 2012, pp. 1664–1673, doi : 10.4236/am.2012.311230.
- Mickaël Francois, Thomas Grosge, Dominique Barchiesi et Robert Erra. A new pseudo-random number generator based on two chaotic maps. *Informatica*, 2012.
- Vincent Guyot. Smart card, the stealth leaker. *Journal in Computer Virology*, May 2012, Volume 8, Issue 1-2, pp 29-36.

## Revue nationale à comité de lecture

- R. Erra. Cryptographie quantique et post-quantique, MISC Le Journal de la Sécurité Informatique, Hors Série « Spécial Cryptographie », Numéro 5, 2012.

## Conférences et articles invités (niveau international)

- Baptiste Davis, Éric Filiol, Dorian Larget et Thibaut Scherrer. *Why and How the Current AV Approach Fails (with demos)*. European Conference in Antivirus Research (EICAR) 2012, Lisbon, May 6th, 2012.
- Éric Filiol. *Dynamic Cryptographic Backdoors*. Concise Course, December 20th, 2012, <http://www.concise-courses.com/infosec/20121220/#>

- Éric Filiol. Invité de la rédaction Radio Suisse Romande 7 :30 - 8 :00. Le journal du Matin animé par Simon Matthey Doret, 28 septembre 2012.
- Éric Filiol. *A challenging speech on cryptology and cryptanalysis... talking about hidden and unofficial things in crypto*. International Institute for Higher Education in Morocco (IIHEM), April 23rd, 2012, Rabat, Morocco.
- Éric Filiol. *A challenging speech on cryptology and cryptanalysis... talking about hidden and unofficial things in crypto*. Conférence d'ouverture de la 5th European Conference on the Use of Modern Information and Communication Technologies (Ecumict'2012), March 22nd - 23rd, 2012, Gent, Belgium.

### Conférences et articles invités (niveau national)

- Éric Filiol. *La face cachée de la sécurité informatique*. Colloque « Sécurité et réseaux informatique : est-ce possible ? ». Organisée par Téicée, IRTS, Caen, 6 décembre 2012.
- Éric Filiol. *La responsabilité des dirigeants*. Matinée de l'Innovation, Laval Mayenne Technopole, Laval 27 novembre 2012.
- Éric Filiol. *Virus informatique vs virus hépatique : similitudes et différences de prise en charge* (avec le professeur Jean-Michel Pawlotsky, AP-HP Henri Mondor). 15ème Forum National de SOS Hépatites, Rennes, 23 novembre 2012.
- Éric Filiol. *Techniques/tactiques de cyberguerre et recherches en sécurité*. Les Jeudi de la Défense Costarmoricains organisés par le trinôme académique Éducation Nationale, IHEDN et la Défense Nationale, Salle Lannion-Tregor agglomération, Lannion, May 10th, 2012.

### Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- Laurent Beaudoin, Robert Erra, Vincent Guyot, Loïca Avanthey et Antoine Gademer. *Swarm UAV Attack : How to Protect the Sensitive Data ?*, In : Proceedings of the 11th European Conference on Information Warfare (ECIW 2011), Laval, 2012, July 4-5th, 2012, pp. 296–300.
- Baptiste David, Dorian Larget et Thibaut Scherrer. *Access on You*. In : Proceedings of the 21st European Institute for Computer Antivirus Research Conference, Lisbon, Portugal, May 5-8th, 2012, pp. 13-32. Cet article a remporté le prix du meilleur article étudiant *ex aequo* avec Craig Miles de l'Université de Louisiane.
- Anthony Desnos. *Android : Static Analysis Using Similarity Distance*. In : Proceedings of HICSS 2012, HICSS-45, Hawaii, January 2012.
- Michel Dubois et Éric Filiol. *Proposal for a new Equation System Modelling of Block Ciphers. Application to AES 128*. In : Proceedings of the 11th European Conference in Information

Warfare (ECIW'2012), July 5th - 6th, pp. 303–312, 2012.

- Robrt Erra et Anthony Desnos. *Descriptive Entropy : Application to security software analysis*. In : ICAIT ESIEA Paris, Vésale, 25-27 Juillet 2012. LNCS 7593, Springer Verlag.
- Éric Filiol et Sébastien Josse. *New Trends in Security Evaluation of Bayesian Network-based Malware Detection Models*, Proceedings of HICSS 2012, HICSS-45, Hawaii, January 2012.
- Valentin Hamon. *Malicious URI Resolving in PDF*. Black Hat Abu Dhabi, November 5-6th, 2012, Abu Dhabi, United Arab Emirates, <http://www.blackhat.com/ad-12/briefings.html#Hamon>. Les actes sont disponibles sur <https://www.blackhat.com/ad-12/archives.html>
- Daniel Strmecki, Wilke Schwiedop, Emmanuel Oyo-Ita , Brigitte Kaagman, Pierre Léandre, Enrique Santos-Brihuega, Lateef Kadiri and Jessica Dufmats. *Cablegate Analysis of Likely Espionage of Nokia by the United States*. In : Proceedings of the 11th European Conference on Information Warfare (ECIW 2011), Laval, 2012, July 4-5th, 2012, pp. 258–264.
- Joey Dreijer, Matthew Robert, Neera Jeymohan, Jeremy Julien, Tommy Karlsson, Raquel Cuesta, Nils Monning and Elif Duru. *Telefonica - Potential Victim of American Espionage*. In : Proceedings of the 11th European Conference on Information Warfare (ECIW 2011), Laval, 2012, July 4-5th, 2012, pp. 104–112.

## 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.

- Jonathan Dechaux. *The Office Demon : Minos*. Hack.lu 2012, Luxembourg, October 23-25th, 2012.
- Xavier de Carnavalet et Robert Erra. *Attaques par complexité et complexité des attaques*, RSSIL 2012, Maubeuge, 4-5 juin 2012, vidéo disponible sur <http://www.youtube.com/watch?v=143ZAIgsq5Q>
- R. Erra. *Cryptographie quantique et post-quantique*, La Nuit du Hack, Paris Juin 2012. Slides disponibles sur <http://www.nuitduhack.com/slides/ndh2k12/Robert%20La%20Nuit%20Du%20Hack%202012.pdf>

## 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](http://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.

- Valentin Hamon. *Android Malware SMSZombie In-depth Analysis*, <http://cvo-lab.blogspot.fr/2012/08/android-malware-smszombie-in-depth.html>.

## Le laboratoire (C + V)<sup>O</sup> dans la presse

Pour l'année 2012 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 2012, ce sont plus de 500 « points presse » identifiés pour le laboratoire.

Les principaux sont :

- Site ItExpresso. <http://www.itespresso.fr/eric-filiol-esiea-securite-it-veut-on-faire-de-largent-ou-vraiment-protoger-les-gens-60220.html/2>
- Site Atlantico. <http://www.atlantico.fr/decryptage/virus-flame-kaspersky-peurs-occuper-terrain-mediatique-eric-filiol-375415.html>
- *Les smartphones interdits de bac : quelle efficacité du dispositif ?*. Site Sciences & Avenir. <http://sciencesetavenir.nouvelobs.com/high-tech/20120615.OBS8790/les-smartphones-interdits-de-bac.html>
- Radio Télévision Suisse. Interview en avril 2012.
- Radio Suisse Romande. Cinq interviews en 2012.
- Site 20minutes.fr, <http://www.20minutes.fr/high-tech/980817-documents-sont-ils-securite-cloud>
- Interview dans *Sécurité Informatique*, numéro 378, pp. 2–3, 11 septembre 2012, Groupe Publi-News.
- Interview e-Zine Valhalla III, <http://spth.virii.lu/valhalla3.zip>

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 Chronic'Art, Sciences & Vie Juniors, Slate.fr, Journal Le Parisien, Stéphane Bellec, Olivier Hertel, CNIS Mag, Le Courrier de la Mayenne, Ouest France, 01 Informatique, echosdunet.net, journaldunet.com, lemagit.fr, silicon.fr, zdnet.fr, France Inter, Arte, Direct 8, Sébastien Baudru . . . 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 2012 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 2011 ayant évolué en 2012 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 réseautg 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).

- 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 2012 : 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... Ce projet sera progressivement intégré au projet DAVFI. 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 2012 : mise à jour de la librairie (version 1.2.0). L'année 2012 a été consacrée à l'application *SMSPerseus* pour le chiffrement des SMS sous Android. La publication officielle de cette application se fera en mars 2013. Site officiel : <http://code.google.com/p/libperseus/>

- Éric Filiol et Oluwaseun Remi-Omosowon. *Librairie tor\_extend*. Le projet autour de cette librairie s'est poursuivi en 2012 mais les résultats de recherche ne sont plus publics. Lien officiel : <http://cvo-lab.blogspot.com/2011/11/tor-attack-technical-details.html>

## Activités scientifiques diverses

### Prix & qualifications

- Baptiste David, Dorian Larget et Thibaut Scherrer, Espoirs Recherche ont remporté le prix du meilleur article étudiant (*ex aequo* avec Craig Miles de l'Université de Louisiane) pour leur article *Access on You*, lors de la *21st European Institute for Computer Antivirus Research Conference*, Lisbon, Portugal, May 5-8th, 2012,

### 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.icaait2012.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/>

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

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

- ICAIT 2012 (R. Erra, É. Filiol, V. Guyot)
- *Signal Processing : Image Communication* (R. Erra).
- *Computer & Security* (É. Filiol).
- *IET Communications* (É. Filiol).
- *Hacking in Paris - HIP 2012* (É. Filiol - Comité de programme).
- *Journal in Computer Virology* (R. Erra, É. Filiol).
- ECIW 2012 (R. Erra, É. Filiol - Comité de programme).
- *Scienta Iranica* (É. Filiol)
- Lacrete Medellin 2012, *Requirements Engineering & Software Testing*, Comité de programme (É Filiol), <http://www.lacrest.org/2012/el-congreso/comite-cientifico>

## 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'université de Salford, Manchester en février 2012. Deuxième phase d'un cycle de 3 ans, qui a préalablement été accueilli par la *Hogeschool van Amsterdam* en 2011, 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

visé 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. La troisième et dernière année de ce programme se tiendra à Laval en 2013. 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 2012, le laboratoire était chargé

- du thème tactique. Chaque équipe d'étudiants devait écrire un rapport de renseignement analysant et éventuellement prouvant le possible espionnage de dix grandes sociétés européennes (*Nokia, Telefonica, Thalès, Siemens, Unilever...*) par les USA. Le point de départ était constitué des fichiers *Wikileaks, cablegate et spyfiles* (versions complètes). 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 2012. Les deux contributions ont été sélectionnées et présentées par les groupes d'étudiants 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/ip2012/>.

## 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.
- Eric Filiol est le Directeur scientifique du *European Institute of Computer Antivirus Research*, Munich, Allemagne.
- Eric Filiol est membre du conseil scientifique du CCSTI Laval (musée des sciences de Laval).

## Contrats et transferts technologiques 2011

### 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 2012\_2. Activité de soutien scientifique amont. Confidentiel.
- Contrat DCNS - Réf. 5320246/SC.15 (parties 2/4, 3/4 et 4/4). Développement de produit de sécurité. Confidentiel.

- Contrat DCNS - Réf. 5397544/SC.1502. Développement de produit de sécurité en phase pré-industrielle (suite du contrat 5320246/SC.15). Confidentiel.
- Contrat DCNS - Encadrement thèses CIFFRE.
- Contrat DAVFI (partie 1/3).
- Contrat Stéganobox.

## 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.

La version Android (smartphones et tablettes) doit être livrée en septembre 2013.

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

- Projet MMP (*Module Matériel Perseus*). Ce projet, en collaboration avec la société *Axis électronique* de Laval (<http://axis-electronique.com/>), 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*.