



Recherche
et développement industriel
Rapport d'activité 2011

- §-

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

Direction de la Recherche
et du Développement Industriel

Table des matières

Présentation de la Direction de la Recherche et du Développement Industriel	7
Rôles et missions de la DRDI	7
Bilan de l'activité 2011	9
Axes d'effort en 2012	10
Comité scientifique ESIEA	12
Contacts DRDI	12
Pôle Art et Recherche NUMérique (ARNUM)	15
Présentation du pôle ARNUM	15
Composition du pôle ARNUM	15
Thèmes de recherche et compétences	17
Créations artistiques	18
Collaboration avec des artistes	23
Thématiques Art-sciences	25
Archivage et pérennisation des données numériques	28
Didactique des sciences par la magie	30
Projets, stages et thèses	31
Projets encadrés au pôle ARNUM	31
Stages encadrés	32
Publications ARNUM	34
Livres et chapitres d'ouvrages	34
Revue internationale à comité de lecture	34
Conférences et articles invités (niveau international)	34
Conférences et articles invités (niveau national)	35
Conférences internationales avec comité de sélection et actes	36
Conférences nationales avec comité de sélection sans actes	36
Pôle Acquisition et Traitement des Images et des Signaux (ATIS)	37
Présentation du laboratoire	37
Description générale du pôle ATIS	37
Composition de l'équipe	37
Direction	37
Équipe permanente	38
Équipe non permanente	38
Principaux axes de compétences	39
Télédétection spatiale	39
Développement de stations de réception d'images satellitaires	39
Exploitation d'images spatiales	40
Éducation à la télédétection	40
Robots d'exploration aérien	40

Drone à voilure tournante : quadrirotor	41
Drone à voilure fixe : aile delta	42
ULC	43
Robots d'exploration sous-marins	43
Aquatis	44
Ryujin	44
Reconstruction 3D	45
Nouvelles technologies et handicap	47
PratiCarte	47
Partenariats recherche et enseignement supérieur	49
Partenaires sous convention	49
Partenaires de recherche	49
Enseignement dans des Masters	49
Concours et prix	49
Publications et travaux du laboratoire	51
Conférences internationales avec comité de sélection et actes	51
Stages et thèses	51
Stages niveau Master M2 encadrés au laboratoire	51
Encadrements de projets étudiants	51
Pôle Réalité Virtuelle et Systèmes Embarqués (RVSE)	53
Présentation du pôle	53
Composition du pôle RVSE	53
Stages et thèses	54
Thèses en cours	54
Publications	55
Conférences internationales avec comité de sélection et actes	55
Conférences internationales avec comité de sélection sans actes	55
Conférences nationales avec comité de sélection sans actes	55
Prix & Récompenses	55
Contrats et transferts technologiques 2011	55
Contrat Essilor	55
Contrat Cap'Tronic	56
Contrat Gruau	57
Contrat GenouRob	57
Contrat Clarté	58
Contrat Dirickx	58
Contrat Middle VR	58
Bilan financier exercice 2011	59
Projets internes	59
Workbench mobile	59
Description du workbench	59
Le display	60
Le cluster graphique	60
Les périphériques	61
Les applicatifs	61
La mobilité	61
Projets étudiants	61
Projet Présentoir virtuel	61
Projet <i>Bliss</i>	63

Projet <i>Feel the Force</i>	64
Projet XL présentoir virtuel en OpenGL	64
Projet XL workbench/MiddleVR	65
Projet XL périphériques de réalité virtuelle	66
Pôle Sécurité de l'Information et des Systèmes (SI&S)	67
Présentation du Pôle SI&S	67
Thèmes de recherche	68
Composition du Pôle SI&S	68
Stages et thèses	69
Thèses co-encadrées	69
Publications	69
Ouvrages ou chapitres d'ouvrages	69
Revue nationale à comité de lecture	69
Conférences internationales avec comité de sélection et actes	70
Conférences internationales avec comité de sélection sans actes	70
Conférences Nationales sans comité de sélection et sans actes	70
Activités scientifiques diverses	70
Organisation de conférences	70
Invitations de conférences à l'ESIEA	71
Cours	71
Interviews	72
Contrats et transferts technologiques 2010	72
Concours	72
Laboratoire de Virologie et Cryptologie Opérationnelles $((C + V)^O$)	73
Présentation du laboratoire	73
Thèmes de recherche	73
Composition du laboratoire	75
Stages et thèses	77
Thèses soutenues en 2011	77
Thèses en cours	77
Stages Master - Mastère et Ingénieur 2011	78
Séjours Postdoc & Doctorants étrangers	78
Publications	78
Ouvrages et chapitres d'ouvrages	78
Revue internationale à comité de lecture	79
Revue nationale à comité de lecture	79
Conférences et articles invités (niveau international)	79
Conférences et articles invités (niveau national)	79
Conférences internationales avec comité de sélection et actes	80
Conférences internationales avec comité de sélection sans actes	81
Conférences nationales avec comité de sélection sans actes	82
Articles en <i>Open Access</i>	82
Le laboratoire $(C + V)^O$ dans la presse	83
Productions logicielles	84
Activités scientifiques diverses	85
Participation à des jurys de thèses	85
Organisation de conférences internationales	85
Activités de revue d'articles (<i>peer-reviewing</i>)	85

Animations scientifiques	85
Responsabilités éditoriales	86
Contrats et transferts technologiques 2011	86
Contrats	86
Projets industriels	86

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 en 2010 et 2011 mais les efforts doivent être poursuivis et accentués. La commission des titres d'ingénieur – qui a renouvelé 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.
- 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.

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.

- 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 la reconnaissance nationale de ses laboratoires.

Au final, la DRDI a pour mission de mettre en valeur l'extrême 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 rattrapper 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. Les écoles d'ingénieurs sont maintenant directement concernées – notamment du fait de leur contractualisation avec l'État en 2010; le groupe ESIEA a contractualisé en juillet 2010 – comme les universités et doit adopter les critères opérationnels et de qualité fixés

par le ministère de l'enseignement supérieur et de la Recherche.

C'est simplement une question de survie : **les écoles qui ne passeront pas avec succès cette phase de transition sont à terme condamnées à disparaître, à moyen terme, du fait de la suppression de leur financement par l'État.** Si la DRDI a anticipé cette situation et peut afficher une recherche très active et de qualité, il ne saurait être question de relâcher les efforts et de renforcer certains aspects encore imparfaits de notre activité. Le paysage AERES est en constante mutation mais néanmoins exigeant. Il est indispensable d'être vigilant et d'anticiper ces évolutions pour ré-orienter la stratégie de recherche.

Le présent document recense l'activité de recherche durant l'année 2011. 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, depuis, juillet 2010 – contractualisation du groupe ESIEA avec l'État – pour le rendez-vous AERES, avec l'accroissement du nombre de docteurs et de HDR dans les pôles et laboratoires du groupe ESIEA.

Bilan de l'activité 2011

L'année 2011 a été marquée par une production soutenue à la fois en qualité et en quantité, poursuivant le rythme de 2010. Elle a aussi été placée sous le signe d'une médiatisation importante et intense (presse audio-visuelle nationale). Dans les deux cas, il s'agit encore une fois d'une progression globalement sensible par rapport à l'année 2010. La production importante 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 c'est l'attractivité et la qualité de la recherche du groupe ESIEA qui ont principalement motivé leur choix. Cela ne fait que confirmer l'importance de ce critère déjà souligné par la politique française. La recherche devient une dimension primordiale et incontournable dans toute politique et toute action d'enseignement supérieur.

Faisons un bilan sur les priorités qui avaient été définies pour 2011 :

- la progression du nombre de docteurs et de HDR dans le corps des enseignants-chercheurs, soit par promotion interne (passage de trois HDR prévues pour 2010 et repoussées à 2011, puis 2012 pour des raisons techniques) soit par recrutement externe. De ce point de vue, les objectifs fixés en 2011 n'ont pas été atteints, en particulier faute de temps et de moyens.
- la restructuration des équipes de recherche dans le but de mieux correspondre aux critères de l'AERES, a pris un peu de retard dans sa réalisation. Cependant la stratégie de restructuration a été définie et arrêtée en 2011. L'arrivée de gros projets en 2012 a requis de prendre un peu de recul et d'affiner les choses afin d'optimiser la gestion de ces derniers.
- La sécurisation du site de Laval au profit du laboratoire $(C + V)^O$, a été finalisée en 2011 pour la partie physique, grâce au soutien des partenaires institutionnels mayennais. L'homologation réglementaire s'est poursuivie en 2011 avec pour évolution notable le passage en *zone réservée de Défense* sous la tutelle directe du ministère de la Défense. Un officier de sécurité et un officier de sécurité des systèmes d'information ont été nommés. Le laboratoire peut mener des travaux classifiés de défense dans un environnement humain et matériel sécurisé, et ce, dans le respect de la réglementation en vigueur.
- le développement des collaborations internationales (industrielles et/ou académiques). Parmi celles-ci, certaines ayant été initiées en 2010 et poursuivies en 2011, mentionnons :

- l'accueil de stagiaires, thésards étrangers et postdocs dans les laboratoires. En 2011 deux chercheurs étrangers ont été accueillis.
- la collaboration avec des universités en Inde et et le gouvernement indien. Une formation de type *Master of Science* incluant un programme de Ph D, dans le cadre d'un institut commun ESIEA/Université indienne, avec le soutien du gouvernement indien, est à toujours à l'étude et devrait être finalisée en 2012 ;
- la création de formations doctorales ou pré-doctorales en langue anglaise. Le but est d'attirer des étudiants étrangers vers nos laboratoires. Des accords sont en cours de finalisation avec des universités anglaises, australienne et tanzanienne.

Ce développement à l'international est vital et constitue non seulement un gage d'excellence mais également figure parmi les critères majeurs de l'AERES.

- la poursuite de la politique de promotion de l'activité de publication, en particulier dans les meilleures conférences et journaux de recherche internationaux. Un effort particulier a été fait en 2011 en ce qui concerne les publications de rang A qui se concrétise par trois publications début 2012. Critère primordial dans l'évaluation de la recherche, ceci est devenu un engagement formel vis-à-vis des instances étatiques (contractualisation) et régionales (convention triennale).

Rappelons que le document de contractualisation avec l'État (contrat numéro 1676 du 30 juillet 2010 de la Direction Générale pour l'Enseignement Supérieur et l'Insertion Professionnelle) fixe à 120 publications et à 15 contrats recherche les indicateurs majeurs pour la recherche. Replacé dans le contexte de l'AERES, ce nombre doit bien évidemment s'accompagner d'une qualité minimale (publications de rang B ou au-dessus).

- Le travail du Conseil Scientifique a poursuivi ses travaux (une réunion en 2011) essentiellement dans deux axes :
 - le suivi de la mise en œuvre des orientations du Ministère, en prévision de l'évaluation AERES 2012. Suite à ses recommandations des mutations et changements profonds dans la structure des équipes, dans la stratégie de recherche elle-même ont été entrepris et ou planifiés pour le début 2012 ;
 - le conseil, la recommandation et l'aide dans le développement de nouvelles alliances avec des universités et écoles d'ingénieur françaises. Un certain nombre de contacts ont été initiés en 2011, sous la tutelle de notre comité scientifique.
- Renouvellement pour six ans de l'homologation du groupe ESIEA à la délivrance du diplôme d'ingénieur. La commission a salué la qualité et la richesse de la recherche du groupe et en particulier son interaction forte avec les enseignements et les étudiants.

Axes d'effort en 2012

L'année 2012 sera une année critique durant laquelle la Recherche doit jouer un rôle particulièrement déterminant (évaluation AERES 2012) Ce rendez-vous est crucial pour le groupe dans la mesure où il s'est engagé avec le soutien de l'État et des partenaires institutionnels mayennais dans les missions de service public que constituent l'enseignement supérieur et la recherche (ESR).

La principale difficulté réside dans le fait que l'AERES ne dispose actuellement que de grilles d'évaluation pour la recherche de type universitaire et académique. Celle menée dans les écoles

d'ingénieurs, en particulier privées, est suffisamment différente (chercheurs publiant contre chercheurs produisant) pour nécessiter de nouvelles grilles, malheureusement encore en cours de définition par les différentes instances impliquées (MESR, UGEI...). Il faut donc préparer une évaluation sans en connaître les règles. Les indicateurs du document de contractualisation avec l'État seront donc les principaux critères considérés.

L'année 2012 sera donc une année de restructuration et de consolidation, de montée en puissance mais également de forte et nécessaire mutation. Outre la poursuite des actions des années précédentes, les principaux axes d'efforts seront :

- la forte progression du nombre de docteurs et de HDR dans le corps des enseignants-chercheurs est devenue une action critique et donc prioritaire à toute autre (promotion interne avec le passage de deux HDR en 2012 qui ne pourront être repoussées indéfiniment) et par recrutement externes. Sans évolution notable en 2012 dans ce domaine, il est illusoire d'espérer une véritable reconnaissance.
- Développement des contrats et actions de transfert technologiques. L'année 2012 devrait être de ce point de vue une année importante avec les projets DAVFI et MMP. Il est souhaitable que les ressources financières dégagées par ces contrats et projets augmentent très significativement en 2012 afin de pouvoir financer le nécessaire d'éveloppement de l'activité de recherche.
- la restructuration des équipes de recherche dans le but de mieux correspondre aux critères de l'AERES. La stratégie définie en 2011 sera appliquée en 2012, à savoir :
 - la fusion du laboratoire $(C + V)^O$ et du pôle SI&S pour créer un laboratoire unique de taille importante ;
 - la montée en puissance du pôle RVSE ; actuellement l'activité de ce pôle relève plus de la diffusion technologique (très importante activité – en volume et en qualité – de transfert technologique auprès de nos étudiants ingénieurs, *via* la pédagogie par projets, qui est une valeur fondamentale du groupe) et/ou du transfert technologique (activité de contrats au profit d'industriels). Il est nécessaire – toujours dans la perspective AERES 2012 – de lui adjoindre une capacité de recherche plus classique (capacité à la formalisation académique en particulier, certes bien initiée avec la thèse de Jérôme Ardouin) sans pour autant ni renier ni diminuer sa production ou ses orientations actuelles. Ceci correspond d'ailleurs aux engagements pris dans la convention triennale (*“redéfinir et faire évoluer les missions du pôle RVSE”*). Le recrutement d'un HDR associé (temps partiel en 2012) avec contrat cadre est envisagé.
- poursuite du développement des collaborations internationales (industrielles et/ou académiques). L'année 2012 doit voir la signature effective des accords définis en 2011 et leur mise en œuvre à l'automne 2012 en ce qui concerne les enseignements de type MSc et Ph D, en langue anglaise. L'accueil de stagiaires, thésards étrangers et postdocs dans les laboratoires sera poursuivi et développé plus avant (cinq séjours actuellement planifiés et signés).
- 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 Labelle¹ 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 Soultani-Vigneron, Directrice adjointe de l'IUT de Laval.
- Monsieur le professeur Jean-Marc Steyaert, Laboratoire d'Informatique (LIX), École Polytechnique (Président du conseil scientifique).

Il se réunit une à deux fois par an.

Contacts DRDI

- Directeur de la Recherche et du Développement Industriel

Eric Filiol.

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

Email : filiol@esiea.fr

Tél : +33(0)2 43 59 46 09

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

Site web : <http://www.esiea-recherche.eu/>

- Pôle Art et Recherche NUMérique (ARNUM)

ESIEA - ARNUM, 9 rue Vésale, 75005 Paris

Claire Leroux.

Email : leroux@esiea.fr

Site web : <http://www.esiea-recherche.eu/arnum.html>

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

ESIEA - ATIS, 9 rue Vésale, 75005 Paris

Laurent Beaudoin

Email : beaudoin@esiea.fr

Site web : <http://www.esiea-recherche.eu/atis.html>

1. En remplacement de Guillaume Poupart pour cause de mutation. Merci à Guillaume pour son action durant son mandat.

- Laboratoire de Cryptologie et Virologie Opérationnelles

ESIEA - $(C + V)^O$, 38 rue des Dr Calmette et Guérin, 53000 Laval
Eric Filiol
Email : filiol@esiea-ouest.fr
Site web : <http://www.esiea-recherche.eu/cvo.html>

- 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
Site web : <http://www.esiea-recherche.eu/rvse.html>

- Pôle Sécurité de l'Information et des Systèmes (SI&S)

ESIEA - SI & S, 9 rue Vésale, 75005 Paris
Robert Erra
Email : erra@esiea.fr
Site web : <http://www.esiea-recherche.eu/sis.html>

Pôle Art et Recherche NUMérique (ARNUM)

Présentation du pôle ARNUM

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

Le pôle ARNUM[©] (*Art et Recherche Numérique*) offre d'abord aux étudiants de l'ESIEA un espace d'exercice théorique et pratique pour développer leurs qualités imaginatives et créatives. L'enseignement culturel qui y est dispensé les entraîne à mettre en perspective l'étude des mutations technologiques et des productions mobilisant l'informatique. Attaché à la formation humaine, ARNUM vise aussi à développer l'ouverture d'esprit, l'étude des mécanismes de la création et la capacité de modélisation. Convaincu de l'intérêt d'une fertilisation croisée des apports, le 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

Tél : +33(0)1 43 90 21 43

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

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

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

- Enseignant-chercheurs

- **Pierre Schott** : enseignant-chercheur en physique à l'ESIEA.
Email : schott@esiea.fr

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

- **Christophe Bruno** : net-artiste ; chercheur associé au pôle ARNUM de l'ESIEA.
Email : christophe.bruno@esiea.fr

Sites web :

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

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

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

Prix/Bourses :

- Lauréat du Prix ARCO nouveaux media 2007 de la Foire d'art contemporain de Madrid.
- Lauréat du *Share Festival 2007*, Torino.
- DICREAM (CNC-Ministère de la Culture et de la Communication), aide à la production, 2006.
- CNAP (Centre National des Arts Plastiques), aide à la première exposition, 2006.
- DICREAM (CNC-Ministère de la Culture et de la Communication), aide à la maquette, 2004.
- Honorary Mention au Prix *Ars Electronica 2003*, Linz.

- **Anne Laforet** : théoricienne du net-art ; chercheur associé au pôle ARNUM de l'ESIEA.
Email : anne.laforet@esiea.fr
Sites web :
 - <http://www.sakasama.net/>
 - <http://www.sakasama.net/conservationnetart/DL-001052-04-01.01.00.pdf>
 - <http://www.poptronics.fr/>
 - <http://www.arte.tv/fr/70.html/>

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

- Ingénieur de recherche

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

- Site web du pôle ARNUM : <http://www.esiea-recherche.eu/arnum.html>

Thèmes de recherche et compétences

Cette année, la recherche à ARNUM s'est diversifiée avec un retour important de la création artistique, saisie dans ses thèmes et champs d'application les plus actuels. Fruit à la fois de l'engagement des membres du laboratoire et de la collaboration technique directe avec des artistes, cette part donnée à la création complète les thématiques développées l'an dernier, tout en assurant une plateforme aux projets créatifs des étudiants.

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

- Créations artistiques.
- Collaborations avec des artistes
- Approfondissement du dialogue Art-Science
 - Archivage et pérennisation des données numériques
 - Didactique des sciences par les arts

Créations artistiques

ROYALE FACTORY : installation interactive

Reponsable : Laurent Brun.

Site web : <http://vimeo.com/18920192>

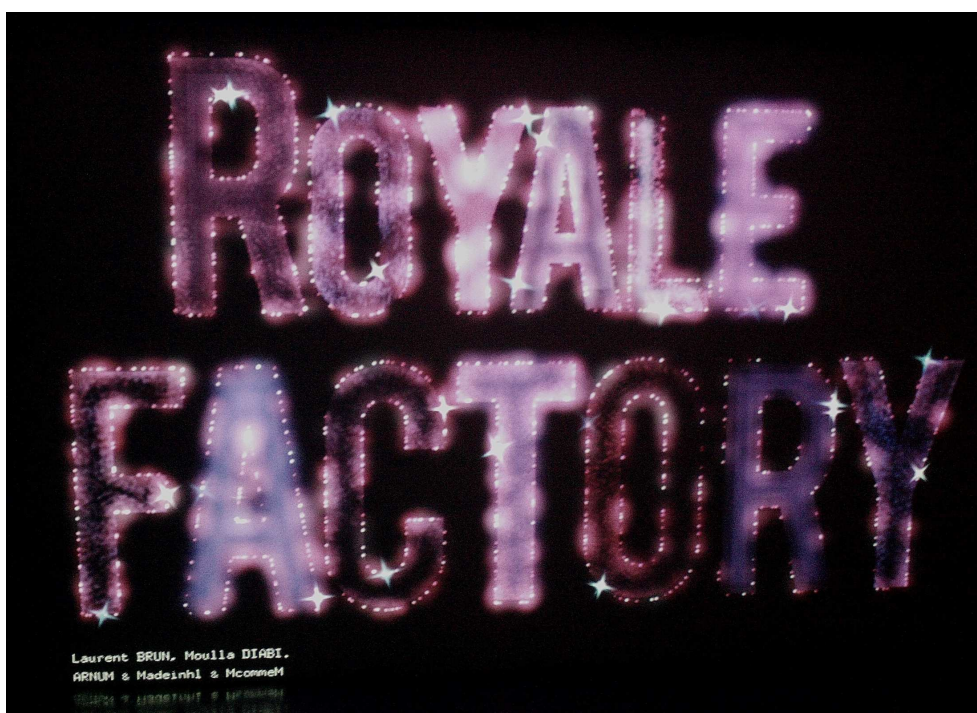


FIGURE 1 – *Royale Factory* - Laurent Brun & Moulla Diabi, ARNUM. *madeinhl* & *McommeM*, janvier 2011

Cette installation interactive a été réalisée pour l'ouverture, à Versailles, d'une salle de spectacles nommée *Royale Factory*. Elle est projetée sur le mur du hall d'entrée, devant les escaliers menant à la salle. Chaque visiteur déclenche en entrant une nuée d'étoiles qui fait apparaître le nom de l'endroit, comme pour lui signifier que ce lieu ne pourrait exister sans lui.

L'installation se compose d'une caméra infrarouge qui récupère le flux vidéo. Il est ensuite transmis à un logiciel d'analyse qui détecte la présence et le mouvement du public (logiciel de détection). Ces données sont compilées et transmises à un second logiciel graphique qui construit l'image (logiciel de visualisation).

Le logiciel de détection a été développé en C++/OpenGL. Il repose essentiellement sur la librairie *OpenCV* et sur *Openframeworks*, qui permet d'implémenter assez rapidement un système d'interfaces, ainsi que sur un système de communication UDP via protocole *Open Sound Control*. Ce logiciel permet de définir graphiquement des zones, de leur affecter un identifiant, ainsi que différents paramètres liés à la sensibilité de détection. Autant de zones que de lettres

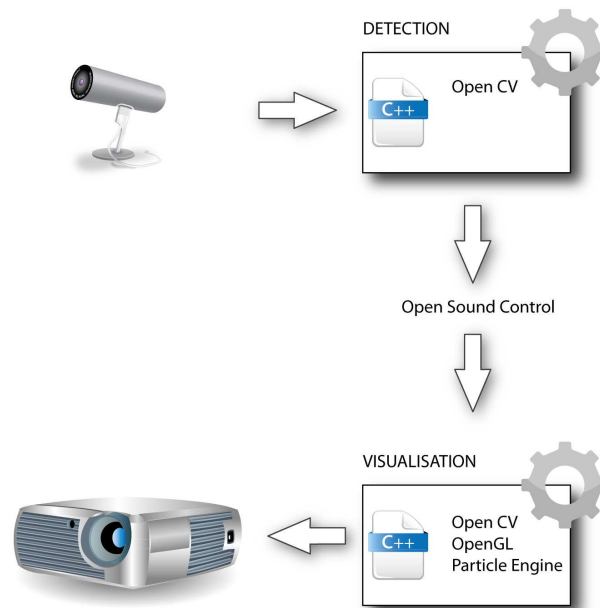


FIGURE 2 – Schéma de fonctionnement de l'installation

ont été définies afin de reconstituer le logo « *Royale Factory* » lettre par lettre, en fonction de la perception de mouvement dans chacune des zones. Le logiciel de visualisation est un moteur de



FIGURE 3 – Déclenchement des lettres par zone

particules développé en C++/OpenGL. Nous avons affecté un émetteur de particules à chacune des lettres, la source des particules étant répartie aléatoirement sur le contour de la lettre. Le nombre de particules est modulé par les paramètres de détection transmis par le premier logiciel.

Ainsi, le visiteur qui se déplace dans la zone de détection construit le logo lettre par lettre, produisant l'effet désiré.

Paris Nuit Blanche :« PRANA »

Responsables : Laurent Brun en collaboration avec Helen Eastwood.

L'installation PRANA (installation lumineuse et sonore, <http://vimeo.com/31047674>) est une respiration. Ses créateurs la présentent comme une allégorie de la force fondamentale à la base de toute vie et de toute conscience, un souffle lumineux, dynamique mais constant. Pour eux, PRANA est l'énergie vitale universelle qui imprègne toute chose, et que les êtres vivants absorbent par l'air qu'ils respirent.



FIGURE 4 – Variations du rendu suivant le niveau de particules

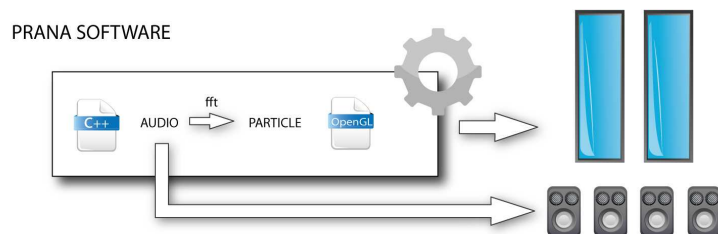
PRANA prend la forme de deux colonnes lumineuses placées de part et d'autre du chœur de l'Eglise Saint Séverin. Deux animations rythment les colonnes en alternance :

- Une respiration lumineuse : claire, progressive, dans de doux tons de bleu. Elle représente le *Souffle Vital* sur lequel s'accorde l'univers.
- Un battement lumineux : plus net, court et ponctuel, dans des tons plus chauds de rouge et de rose. Il représente l'énergie et la vie insufflées par le souffle vital.

Ces animations visuelles vont de pair avec une synchronisation sonore, inspiration, expiration, battements de cœur. L'installation se compose de 20 modules d'écran LEDs (répartis en deux

FIGURE 5 – Installation *Prana* de Laurent Brun et Helen Eastwood pour Paris Nuit Blanche, le 1er octobre 2011

colonnes de 64 cm x 4.80 m), d'un système de sonorisation et d'un PC de contrôle qui gère l'ensemble de l'installation. Le logiciel développé par Laurent Brun diffuse un flux vidéo aux deux colonnes LEDs et un flux sonore au système audio. Le logiciel a été développé en C++/OpenGL,

FIGURE 6 – Schéma fonctionnel de *Prana*

il utilise un moteur de particules dont les paramètres sont modulés par la bande son en temps réel, via un module de FFT qui analyse les variations d'intensité du signal audio. L'alternance du nombre de respirations et du nombre de battement de cœur est aléatoire.

Spectacles/performances de magie augmentée

Responsable : Claire Leroux en collaboration avec Moulla Diabi (ESIEA/M2).

Site web : <http://www.augmented-magic.com>

Les tours de magie de Moulla Diabi (*MagicMoulla* de son nom de scène), qui intègrent la réalité virtuelle, jouent avec les notions de réel et de virtuel. Son propos : 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 une *Kinect* de Microsoft avec la librairie *OpenNI* et les logiciels de Dassault : *Systèmes*, *3DVIA Studio* et *Shape*. Dans les shows de cette année, sponsorisés par Microsoft,



FIGURE 7 – MagicMoulla fait s'évaporer la pluie avec une boule de feu, Imagine Cup 2011 (à gauche). Pluie virtuelle (à droite) ©Vincent Ferrari - ComSpiration

Moulla s'abrite d'une pluie virtuelle sous un parapluie qu'il extrait de l'écran. Il y retrouve aussi sa canne qui gagne en volume sous ses doigts. Ses cartes apparaissent déjà physiquement dans ses mains « comme par magie ». Il prolonge le mystère en les jetant sur l'écran et en continuant à manipuler leurs images. Il jongle avec une boule de feu, heureusement virtuelle cette fois et éparpille des morceaux de papier dans les deux mondes.

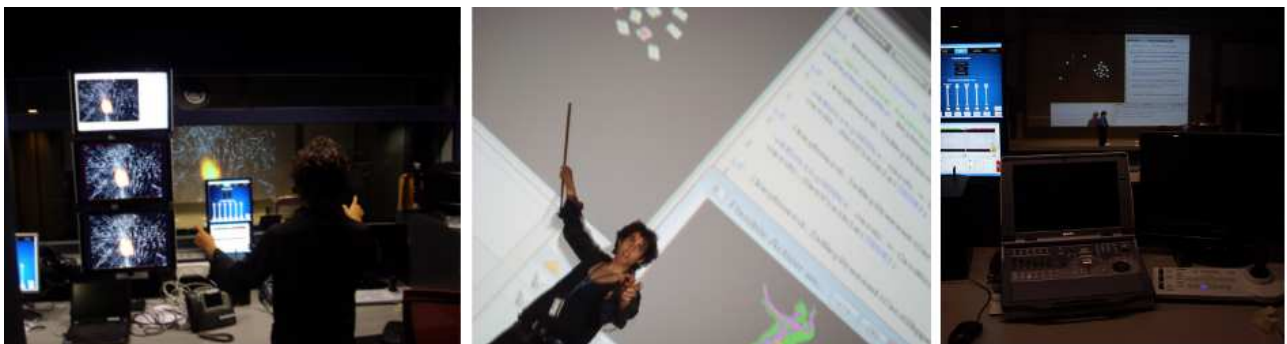


FIGURE 8 – Événement Web 2 : Les 7, 8 et 9 décembre 2011 à 16H au stand Microsoft. L'envers du décor. Régie et informatique en parfaite synchronisation

La vidéo de la manifestation *Imagine Cup*, le 21 novembre 2011, est disponible à l'URL http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=w2fyUj1NKyw#!

Lyon, Fête des Lumières, « Les grandes espérances »

Responsable : Laurent Brun en collaboration avec Helen Eastwood.

Site web : <http://vimeo.com/33659067>.

Cette installation lumineuse aux archives municipales de Lyon met en jeu les notions de temps et d'espoir. Attente qui stimule nos souvenirs, *Les grandes espérances* est aussi une fenêtre ouverte sur nos rêves et nos désirs, qu'ils soient individuels ou collectifs. Pourtant, dans la danse des mots sur la façade des archives municipales, *Ici et Maintenant* émergent, pour nous rappeler à notre devoir de construction du monde de demain.

Aléatoirement, les mots lumineux s'animent – *Hier, Demain, Peut-être, Ailleurs, Là-bas, Enfin, Jamais, Toujours, Bientôt...* Ils ont une vie propre et individuelle : ils s'allument, s'éteignent, vibrent, s'apaisent, disparaissent, réapparaissent dans un rythme propice à la flânerie. Seuls les rouges *Ici et Maintenant* ressortent du nuage de mots pour interpeller les spectateurs sur leur responsabilité envers l'avenir. Chaque mot est composé d'une plaque de plastique



FIGURE 9 – Les Grandes Espérances, Laurent Brun et Helen Eastwood, Fête des lumières de Lyon du 8 au 11 décembre 2011.

rigide (3m x 1.20m) percée de plusieurs dizaines de trous à la forme de chaque lettre, et où sont insérées des Leds de diamètre 8mm, blanches ou rouges. Chaque plaque est ensuite accrochée par des câbles derrière la façade vitrée des Archives, à l'intérieur du bâtiment. La taille des mots et des plaques est déterminée de façon à pouvoir s'intégrer parfaitement au quadrillage visuel créé par la structure porteuse de la façade en verre. Un logiciel contrôle en temps réel l'intensité de chacun des mots. Étant dispersés sur une grande surface, nous avons choisi de faire communiquer le PC et les mots par onde radio. Laurent Brun a donc développé une carte émettrice connectée au PC et une série de cartes réceptrices connectées à chacun des mots lumineux.

La carte émettrice est basée sur un processeur Microchip 24FJ32GB002 cadencé à 32 Mhz dans lequel nous avons implémenté la pile USB et adjoint un module ZIGBEE microchip MRF24J40MB. Cette carte reçoit, *via* notre software et la connexion USB, les informations d'intensité de tous les mots et les broadcast *via* le module Zigbee.

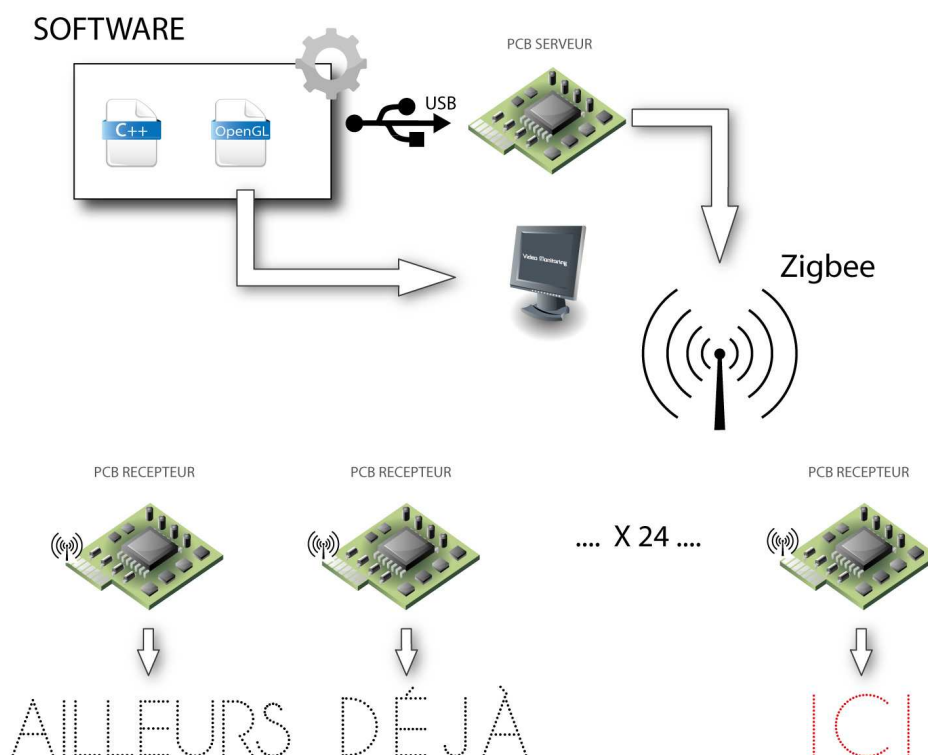


FIGURE 10 – Schéma fonctionnel des Grandes Espérances

Les cartes réceptrices sont basées sur un processeur Microchip 24FJ32GA002 accompagné d'un module Zigbee MRF24J40MA. Chacun des modules radio reçoit toutes les informations et sélectionne celles qui le concerne, puis il agit directement sur l'intensité du mot auquel il est relié. Cette variation d'intensité est effectuée par un simple PWM sur l'alimentation générale des leds du mot.

Collaboration avec des artistes

Oeuvre en réseau _Trajet

Oeuvre de Bérénice Belpaire, avec la collaboration de Marvin Balungidi (ESIEA - CFA/ITE) et d'Estelle Senay (Théâtre Paris-Villette ; X-Réseaux).

Site web : <http://www.trajets-lefilm.com/>

Depuis 2007, le Théâtre Paris-Villette propose une scène artistique et technologique dédiée aux arts vivants en réseau. Considérant le réseau Internet comme un nouvel espace à conquérir pour les arts vivants, le théâtre a accueilli depuis novembre 2010 Marvin Balungidi en apprentissage et ce pour trois ans afin de consolider son équipe X-Réseaux. En 2011, Marvin a réalisé techniquement l'œuvre en réseau « _Trajets » en proche collaboration avec l'artiste Bérénice Belpaire. L'objectif de « _Trajets » est la création d'un film en ligne, dont le contenu audiovisuel est réalisé par des internautes sur la base d'un scénario écrit par Bérénice Belpaire. Les internautes seront amenés à réaliser eux-mêmes les différents plans de ce film, guidés par un story-board et un fichier PDF contenant toutes les instructions nécessaires afin de garantir un résultat exploitable. Ce processus autorise plusieurs vidéos pour un même plan, ce qui permet

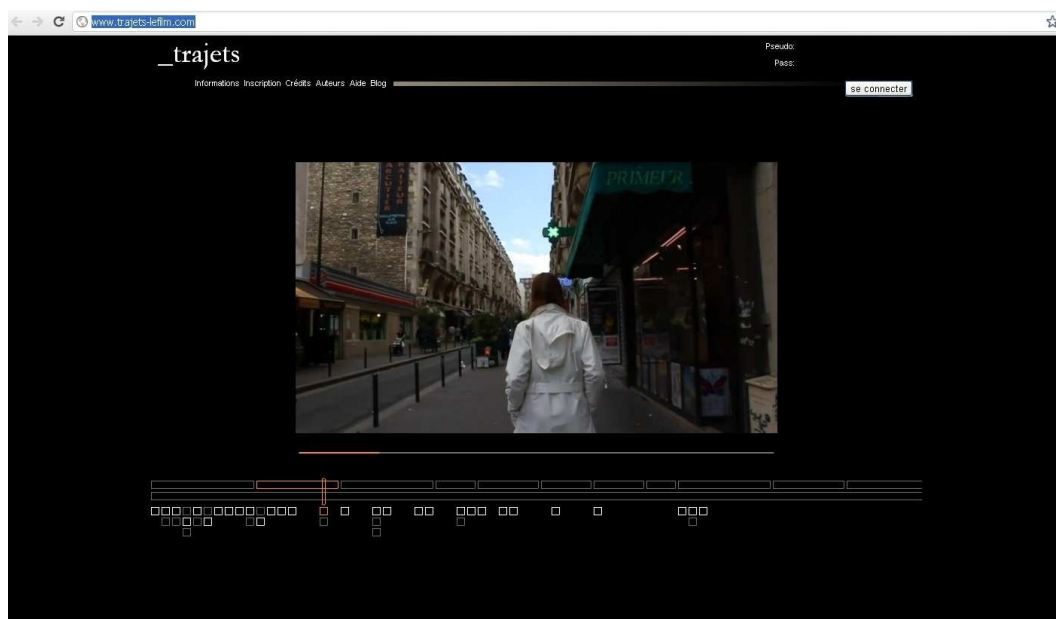


FIGURE 11 – Page d'accueil du site principal

de visionner une version différente du film à chaque consultation du site puisque les scènes sont choisies de manière aléatoire.

Le rôle de Marvin Balungidi a été de créer une version web de « *_Trajets* » à partir de maquettes établies au préalable – développement en XHTML, CSS, JavaScript, PHP, lecteur vidéo principal en HTML5/Flash et ActionScript 3, base de données en MySQL. Il lui fallait aussi coder automatiquement les vidéos dans un format type pour qu'elles soient visionnables. Dans un deuxième temps, il s'est attaché à la version mobile du site (beaucoup plus restreinte que la version normale), compatible avec les dernières versions des navigateurs (Mozilla Firefox, Safari, Google Chrome, Internet Explorer, Android). Les maquettes et la demande étaient précises, mais le cahier des charges laissait à Marvin une certaine latitude créative pour la mise en œuvre du site.

L'œuvre a été mise en ligne et présentée au public lors du festival Open du 15 au 25 juin 2011 (<http://toutelaculture.com/2011/06/c/E2%80%99est-open-a-paris-villette/>).



FIGURE 12 – Espace personnel. Rubriques « ma bibliothèque de travail » et « BDD »

Oeuvre *Les variables cachées*

Oeuvre de Miller Lévy, avec la collaboration de Hubert Wassner (enseignant-chercheur, ESIEA/ATIS), Frédéric Proux, Romain Clarivet et Émilien Romulus (ESIEA/L2).

Ce projet vise à analyser toutes les composantes d'un mouvement afin d'en extraire une forme mathématique remarquable. Le rendu visuel des données doit être esthétique. L'artiste Miller Lévy a choisi, comme mouvement récurrent, la démarche féminine. Son intuition de départ se portait sur le dessin d'une forme de type attracteur étrange de Lorentz. Il s'est agi, pour nos trois étudiants, de proposer un support technique et scientifique à l'artiste, en commençant par la récupération des données sur la démarche féminine. Frédéric, Romain et



FIGURE 13 – Processus et chaîne d'acquisition des données de la démarche féminine

Emilien ont utilisé les accéléromètres de *Wiimotes*. Après fabrication des capteurs, ils ont créé un programme avec la librairie *Wiiuse* qui récupère les accélérations selon trois axes. Ensuite, ils ont créé une base de données à partir d'un grand nombre de captures prises sur des modèles féminins, en diversifiant les cas de figure (types de marche, allures, chaussures, positions des capteurs). Le traitement de cette base de données s'est échelonné, dans un premier temps en traçant les courbes à l'état brut à partir des accélérations du mouvement. Ces courbes, bien que faisant ressortir le rythme, la périodicité, et la forme générale de la marche, n'étaient pas très esthétiques. Avec l'aide d'Hubert Wassner, ils ont ensuite poussé plus loin le traitement avec des lissages, des coupures, d'autres types d'affichages et d'autres façons de tracer les données. Ils se sont aperçus alors que l'intuition de l'artiste se vérifiait.

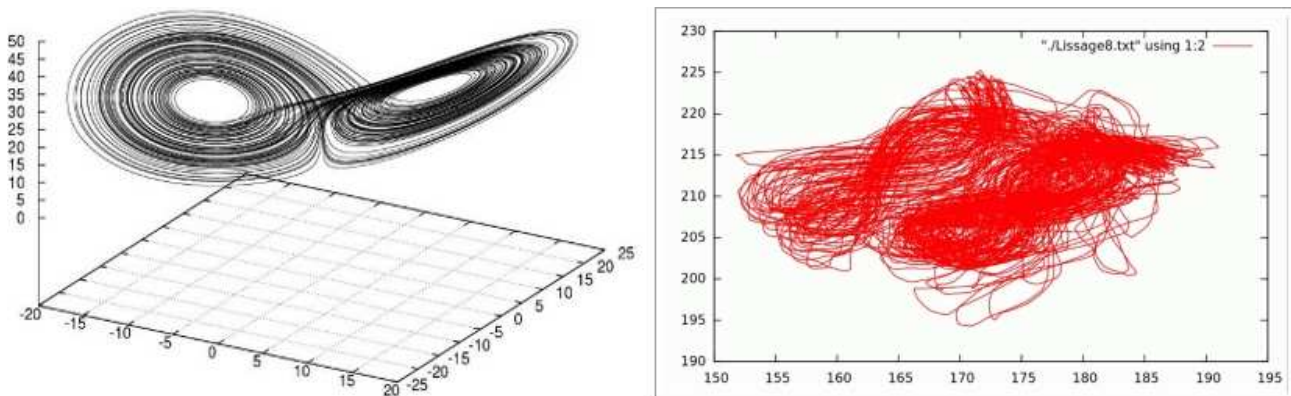


FIGURE 14 – Attracteur de Lorentz et Rendu visuel de la démarche féminine à droite.

Thématiques Art-sciences

Projet *NUAGE*

Responsables : Claire Leroux et Nathalie Delprat.

Exploration interdisciplinaire d'une matérialité virtuelle. Le projet NUAGE a débuté en 2010 et présente la particularité de regrouper de nombreuses disciplines et partenaires.

Né d'une collaboration entre le laboratoire ARNUM et le LIMSI-CNRS, NUAGE est un projet d'art-science qui s'attache à l'analyse perceptive d'un changement de densité corporelle.

Le déroulement de ce projet est prévu sur quatre ans. Il a pour objectif de réaliser un dispositif multimédia interactif qui puisse être utilisé, expérimenté, exploré et exploité par des experts de plusieurs champs disciplinaires, de la physique aux arts, en passant par l'informatique graphique et les sciences cognitives. Un colloque avec actes et une exposition artistique viendront clore le projet NUAGE.

Le descriptif complet du projet se trouve dans le rapport ARNUM 2010 et sur http://vida.limsi.fr/doku.php?id=wiki:projet_nuage_fr

- 2010 : conception générale du projet ; réalisation du prototype N1 ; positionnement scientifique du projet.
- 2011 : réalisation du prototype N2. Premiers tests.
- 2012/2013 : tests et expériences. Adaptation du prototype N2 aux besoins spécifiques.
- 2013/2014 : présentation des résultats scientifiques et artistiques.

Réalisation du prototype Nuage2 (été 2011). Un deuxième prototype a été réalisé avec une bourse CNRS et en partenariat avec ARNUM. Nathalie Baly (ESIEA/L3) et Aimé Debonne (ESIEA-Laval/M1) ont été dirigés pendant leur stage technique au LIMSI par Nathalie Delprat (UPMC/LIMSI-CNRS). Il repart du prototype N1 réalisé en 2010 (le poster qui décrit ce prototype est téléchargeable sur <http://professeurs.esiea.fr/leroux/?2011/09/22/67-arnum-la-nuit-des-chercheurs-de-polytechnique-le-23-septembre>). Ce nouveau prototype est portable. Le dispositif de motion capture est remplacé par une *Kinect* pour capter le mouvement, l'interaction et le rendu visuel et sonore devant tendre vers la précision de la version initiale. Nathalie Baly et Aimé Debonne ont tout d'abord



FIGURE 15 – Expérimentation du prototype N2 avec deux avatars à l'école Polytechnique lors de la Nuit des chercheurs, le 23 septembre 2011. Photo : ©École Polytechnique, J. Barande

optimisé le prototype en *motion capture* (dispositif *Optitrack* et le logiciel Max-Msp) en

ajoutant deux nouveaux types de nuages (cumulus et cirrus), et ce, après une longue phase d'expérimentations pour régler les paramètres.

En ce qui concerne le prototype *Kinect*, il est opérationnel et a été testé sur la durée et à grande échelle (visiteurs très nombreux mais qui étaient filtrés par deux dans l'installation) lors de la Nuit des chercheurs à l'école Polytechnique. Il permet de générer deux avatars nuages qui sont gérés distinctement par le programme, ce qui était impossible dans la première version avec la combinaison, les multiples capteurs et caméras infrarouge. Des interactions entre les avatars sont maintenant possibles. En outre, il a été ajouté un patch pour travailler spécifiquement la couleur des nuages créés, visualisables en niveaux de gris, de rouge, de bleu ou de vert. En outre, l'utilisateur peut contrôler la force du vent, sa direction ainsi que le son grâce à ses mains. Ce dernier point a été particulièrement délicat car il fallait assurer une interaction intuitive pour l'utilisateur, c'est-à-dire que le son correspondait au vent qu'il créait. Comme prévu dans notre planning initial, ce

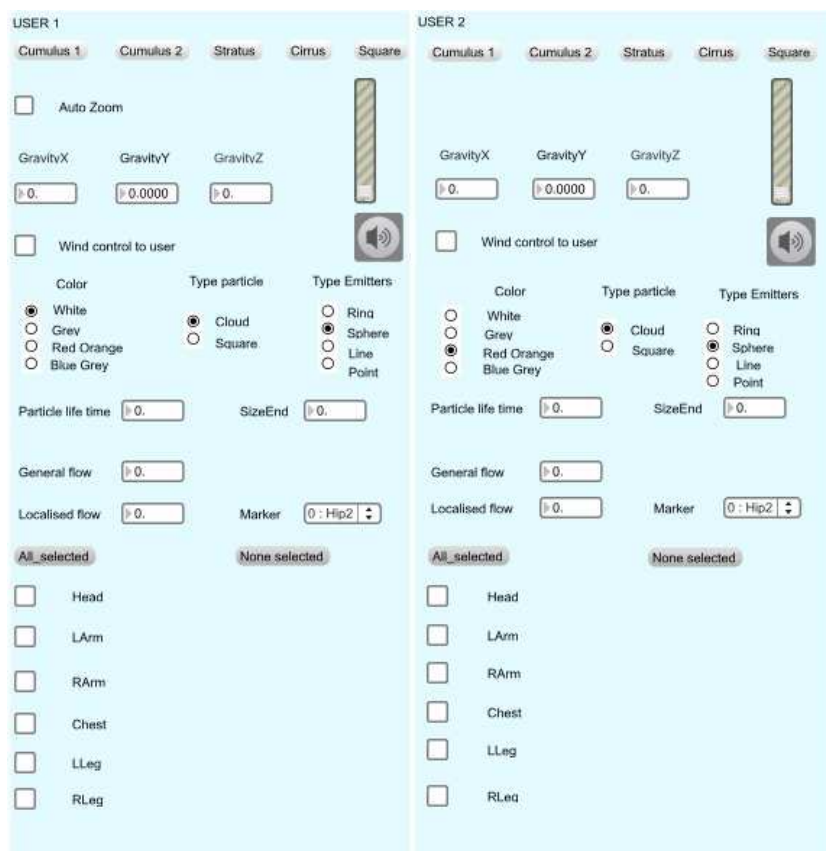


FIGURE 16 – IHM pour l'opérateur (prototype Nuage Kinect) permettant de gérer deux utilisateurs et de contrôler les paramètres indépendamment.

deuxième prototype va être proposé à des artistes durant les deux prochaines années, et adapté à leurs besoins. Le prototype N1, plus précis mais moins pratique, servira aux tests prévus dans les différentes disciplines des partenaires du projet.

Création du GDR ESARS

Responsable ESIEA : Claire Leroux sous la direction de Zoi Kapoula (directrice de recherche au CNRS, groupe IRIS) et de Jean-Louis Lestocart (groupe IRIS, CRNS). En cours de validation.

L'argumentaire de ce groupe de recherche (GDR) est : « *Le but premier du GDR Esthétique, Art et Sciences (ESARS) est de promouvoir la pluridisciplinarité et la jonction entre Sciences*

et Arts. En dehors de quelques UMRs, de nombreux chercheurs dans des laboratoires CNRS, des Universités et autres lieux, partant de leur discipline propre, développent des recherches se situant à la charnière entre Art et Sciences ou portant sur l'esthétique. Le but de ce GDR est de donner une structure d'échange scientifique à ces chercheurs 'pionniers', de contribuer à ce que leur activité innovante soit reconnue dans toute sa richesse par les instances. Et aussi, d'œuvrer à la création de postes de recherche et d'enseignement sur des projets Esthétique, Arts & Sciences. De tels projets ayant existé et existant encore dans d'autres pays que la France, y compris aux USA, il s'agit pour nous d'explorer et de remettre en évidence l'imbrication par nature de l'Esthétique, des Arts et des Sciences. » (Z. Kapoula, C. Jacquemin, J.-L. Lestocart).

Dans ce groupe, le laboratoire ARNUM s'est proposé de conduire une thématique sur la sémantique en art-sciences, par le biais de la rédaction d'un lexique reprenant les différentes acceptions par discipline de certains termes employés fréquemment dans ce domaine pluridisciplinaire. Il s'impliquera aussi dans la thématique didactique : « l'enseignement des sciences par les arts ».

Archivage et pérennisation des données numériques

Création d'un logiciel d'extraction d'occurrences

Responsable : Claire Leroux en collaboration avec Corentin Faucher (ESIEA/L1 - espoir Recherche), Han Lee (ESIEA/L2) et Christophe Fargeix (ESIEA/L2).

Trois étudiants de l'ESIEA Paris ont réalisé cet été leur stage ouvrier au laboratoire ARNUM, encadrés par Claire Leroux. Le but de leur stage était de créer une IHM qui permette de faire une recherche par mots-clés dans une base de documents (en version papier) et d'afficher sous forme de graphe la fréquence dans leur utilisation le temps. Le projet s'est découpé en

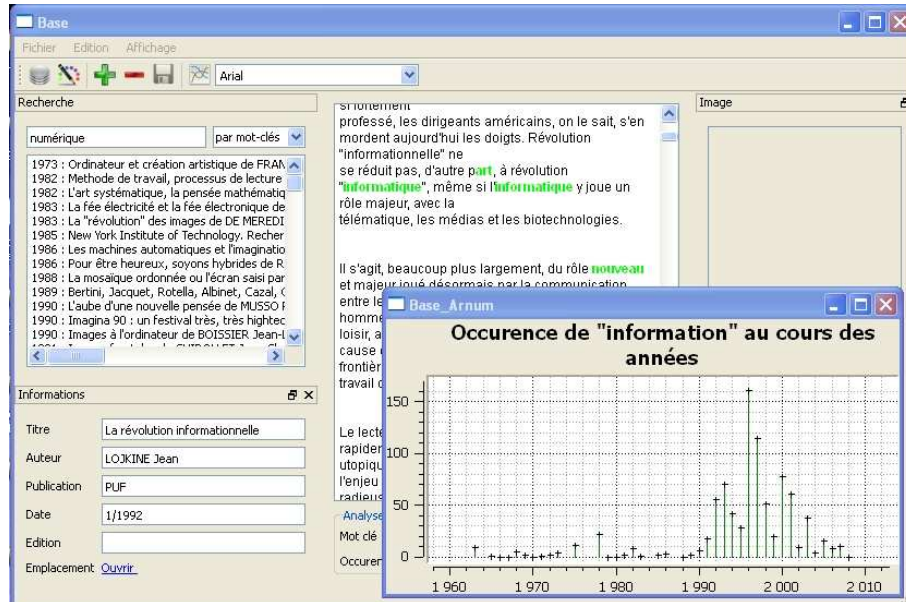


FIGURE 17 – Base de données et graphique d'extraction des occurrences sémantiques

quatre parties. Il a d'abord fallu développer un logiciel (*framework Qt*) qui reconnaisse les caractères (logiciel *Tesseract* open source sous licence Apache) et qui stocke les documents dans une base de données suffisamment manipulable pour permettre un traitement et une analyse rapides. Ce logiciel a été réalisé entièrement par Corentin Faucher – espoir Recherche – alors étudiant en 1ère année. Parallèlement, Han Lee a numérisé un corpus important d'articles critiques traitant de l'art numérique (entre 1963 et 2010), reproduits sur des supports de taille et

de qualité très variables. Un traitement sous *Gimp* a souvent été nécessaire. L'indexation des documents était importante car il importait de retrouver les sources complètes et exactes dans la base de données. Enfin, Christophe Fargeix a réalisé un graphique représentant l'utilisation des mots clés au cours du temps (*plugin Qwt*).

Le logiciel est opérationnel. Il est possible d'enrichir la base de données et le dictionnaire de mots-clés. De manière générale, cet outil permet de repérer des modes et des tendances qui transparaissent par le vocabulaire choisi. Il s'avèrera très certainement précieux lors de la réalisation du lexique art-science pour le futur GDR ESARS. En 2012, dans un prochain stage ouvrier, il pourra être intéressant d'automatiser un traitement des documents scannés sous *Gimp* par le biais de *script-fu* génériques correspondant à des qualités d'images. L'uniformisation automatique du format des documents, en particulier lorsqu'ils sont multipages, pourra être étudiée aussi, en vue d'un affichage systématique de la version d'origine. Le logiciel actuel, rapide mais très gourmand en mémoire, pourra être optimisé.

Symposium International *Digital Arts, Conservation, Practical Approaches*

Le symposium international *Digital Arts, Conservation, Practical Approaches* a été co-dirigé par Anne Laforet et Johannes GFeller et organisé les 24 et 25 novembre à l'Ecole supérieure des arts décoratifs de Strasbourg.

Outre la responsabilité scientifique du colloque, Anne Laforet a coordonné l'exposition et la soirée de performances et de projections avec Francisco Ruiz de Infante et Jérôme Thomas. Le livret complet est disponible sur <http://www.esad-stg.org/imgs/accueil/2011/pdf/livret-DAC-web.pdf>

Argumentaire du colloque. L'artiste qui crée des œuvres numériques est confronté de manière plus rapide à la question de la conservation que d'autres artistes qui utilisent des matériaux plus traditionnels. Il est amené à être plus actif, par la fragilité inhérente aux œuvres mais également parce que l'écosystème de l'art numérique ne permet pas pour l'instant à l'artiste de faire appel à des professionnels spécialisés. Si l'artiste souhaite que son œuvre soit pérenne, qu'elle continue à pouvoir être montrée, il lui faut porter attention aux stratégies de conservation dès la création de son œuvre. Le choix d'outils standards, la documentation en font partie, tout comme une réflexion sur son mode de diffusion.

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

Cette responsabilité est assurée au profit du musée d'Art Contemporain du VAL-de-Marne (MACVAL), 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. L'année 2011 marque un tournant dans la conservation de cette archive : il a fallu proposer un plan de classement argumenté avec les différents niveaux de description et travailler à une indexation en vue du classement physique de l'archive, réalisé par une archiviste (octobre 2011 - mars 2012). En octobre 2012, le MAC/VAL organise une ou deux journées d'études consacrée à la valorisation de l'archive. Organisation des journées, argumentaire et publication des actes : Claire Leroux et Jean-Marc Poinot (président des Archives de la Critique d'Art/Université de Rennes 2).

Didactique des sciences par 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 propose de réconcilier des spécialités, qu'elles proviennent des sciences ou des humanités. Ainsi, à l'instar d'ARNUM, cet axe de recherche 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.

La magie est le biais choisi, depuis 2010, pour découvrir, approfondir et enseigner des matières, notamment en abordant l'optique géométrique et ondulatoire ainsi que la notion d'idempotence en mathématiques. Cette année, la magie a permis d'aborder la résolution d'équations et la notion d'orbite dans les groupes cycliques en mathématiques ainsi qu'une initiation à la rétro-ingénierie.

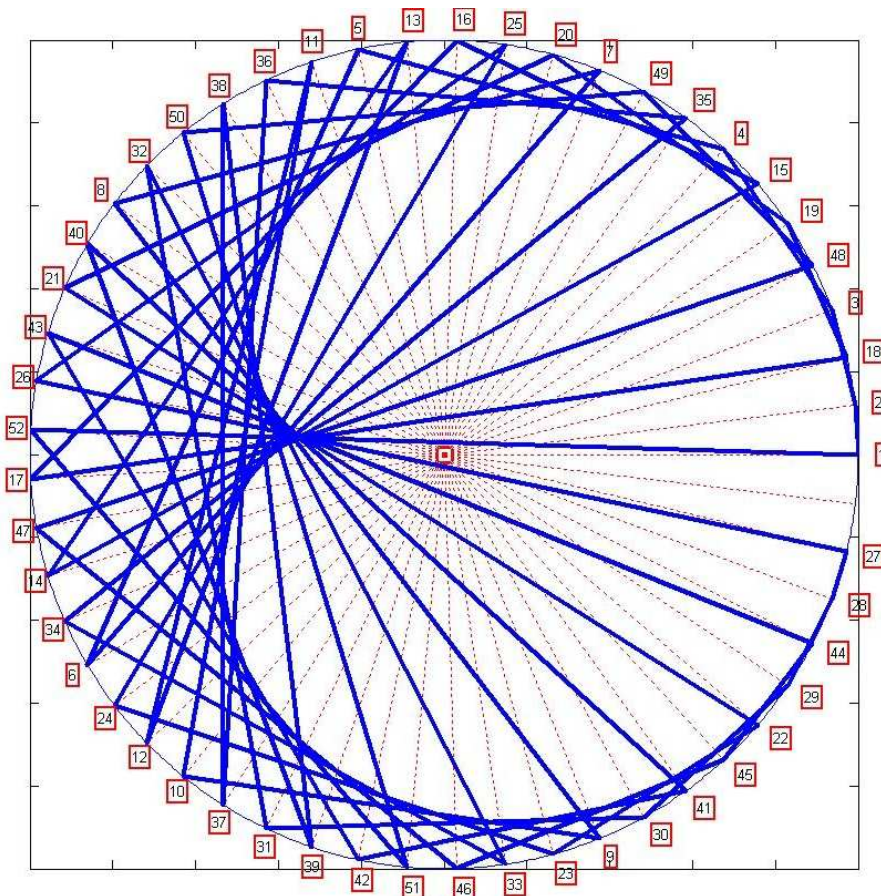


FIGURE 18 – Place de la carte en première position au long des différents mélanges = orbite de la classe de 1 dans $\mathbb{Z}/52\mathbb{Z}$

Magie et mathématiques : les groupes $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$

Le Projet « *Création d'un tour de Magie en utilisant les propriétés du mélange Faro* » a réuni Romain Poutout, Samir Hamide et Dimitri Michel (ESIEA Paris/12)). Ce sujet a donné lieu à une publication dans une revue internationale.

Ils ont d'abord calculé les places successives d'une carte dont la place initiale était connue, au cours de mélanges Faro successifs. La figure 18 montre, à l'aide d'une représentation polaire, les places successives occupées par la première carte du paquet de 52 cartes en utilisant des Faro IN. Cette succession de chiffres forme ce que l'on appelle en mathématiques une *orbite*. Les étudiants se sont ensuite servis de cette connaissance pour élaborer un tour de Magie original.

Magie et initiation à la rétro-ingénierie

Le cours commence par un tour de cartes qui ne repose que sur des principes mathématiques. Les étudiants doivent comprendre son principe pour le reproduire. Le tour utilisé est celui de Simon Aronson² nommé « *Prior Commiment* ». Après plusieurs tentatives infructueuses en essayant de mettre en équation le problème, les étudiants ont fini par trouver la démonstration, présentée en figure 19. Il était intéressant de présenter aux étudiants cette initiation de

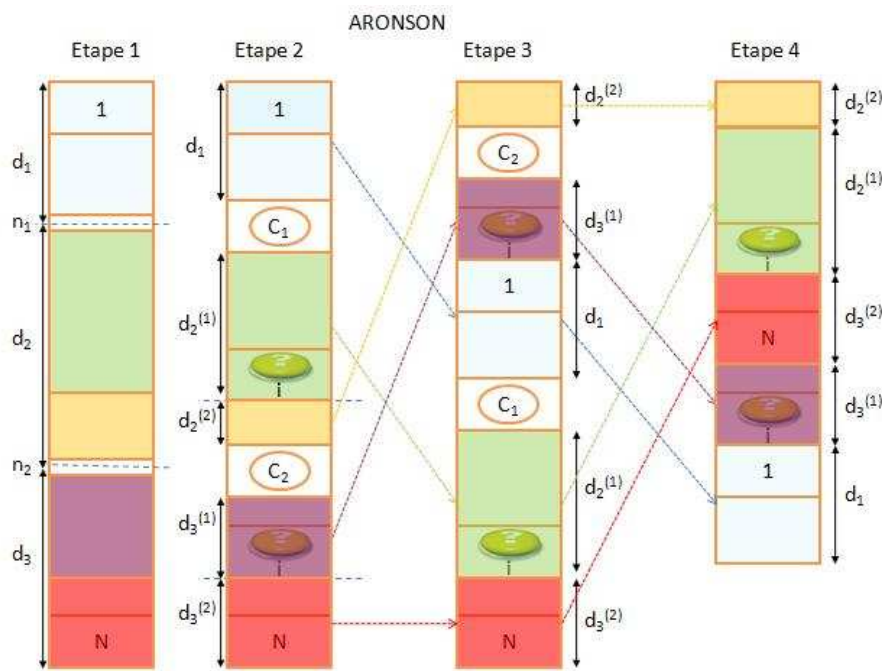


FIGURE 19 – Démonstration du tour « *Prior Commiment* » d'Aronson

rétro-ingénierie en partant des fonctionnalités d'un produit, de remonter à sa conception et de s'apercevoir que c'est souvent la solution la plus simple qui est la meilleure.

Stages, projets et thèses préparés au pôle ARNUM

Projets encadrés au pôle ARNUM

Bâton de LEDs. Projet des étudiants Thibaud Ryden, Raphaël Velfre, Eric Lesuisse et Yohan Ba (ESIEA/L3) encadré par Pierre Schott.

Premier prix du projet scientifique au Salon de l'excellence ESIEA 2011 ([http://www.esiea.fr/salon-de-l-excellence-2011-\(2175\).cm1](http://www.esiea.fr/salon-de-l-excellence-2011-(2175).cm1)), ce projet avait pour objectif d'afficher des images variées à l'aide d'un bâton muni de LEDs en se basant sur la persistance rétinienne. Composé d'une colonne de diodes mono couleur tournant autour d'un axe fixe, il devait permettre de modifier l'affichage en entrant des images à afficher dans un

2. Richard Vollmer, The Very best of Simon Aronson, Magic Unlimited, Climax, Strasbourg, 2005.

programme après les avoir scannées. L'image est finalement affichée par tranche verticale et la persistance rétinienne reconstitue l'image. Le dispositif est constitué d'un microcon-

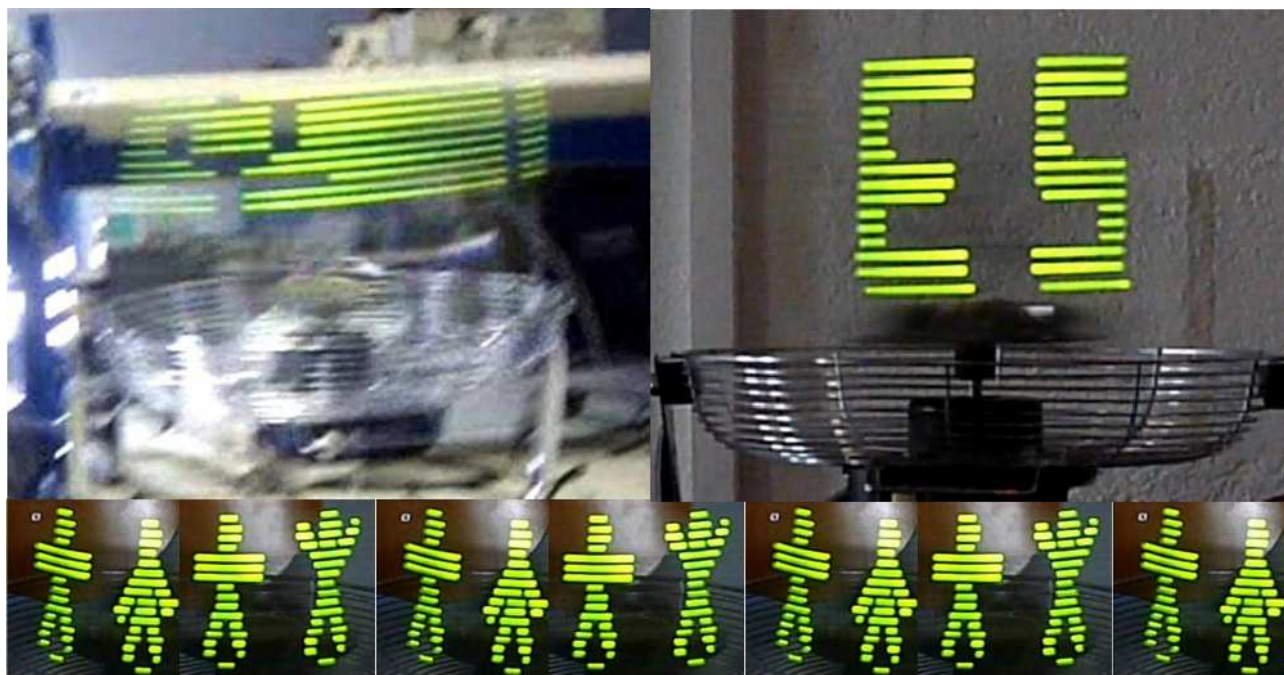


FIGURE 20 – Affichages d'image, de lettres et d'animation

trôleur *Arduino Atmega 2560* relié au bâton de LEDs et à une pile. Le tout est mis en rotation par un moteur de ventilateur. Le programme, développé en C avec la librairie *OpenCV*, redimensionne l'image et la transforme en fichier texte. Il fait ensuite clignoter les LEDs à grande vitesse de façon à afficher les portions successives de l'image selon la vitesse du moteur. L'interface *Arduino* permet enfin de transférer l'exécutable sur le microcontrôleur de base qui va afficher l'image.

Stages encadrés au pôle ARNUM

Stage Dassault Systèmes

Ce stage de fin d'études d'ingénieur a été effectué par Moulla Diabi, chez Dassault Systèmes, dans les services marketing web à Boston et 3DVIA à Vélizy.

Dans la première partie de son stage, en collaboration avec l'équipe française, Moulla a dû prendre en main le logiciel 3DVIA studio afin de créer des illusions originales au service de la communication de son entreprise d'accueil aux USA (voir les vidéos sur <http://www.augmented-magic.com/en/magic/magic>).

De retour en France, il a exploré les modalités d'interaction dans l'espace au-dessus d'un modèleur surfacique « intelligent », à travers le périphérique *Zspace* de *InfiniteZ* (table permettant de générer un rendu stéréo interactif). Le mode d'utilisation immersif choisi était le stylet et des lunettes stéréopassives.

Stage « Youstats »

Ce stage de fin d'études d'ingénieur a été effectué par Raphaël Drion, chez Ubisoft, dans le cadre du projet « Youstats ».

Raphaël est à l'initiative du projet « Youstats » qu'il a réalisé pendant son stage au sein de la société Ubisoft, dans la branche EMEA (pôle Marketing Europe – Middle East – Asia).

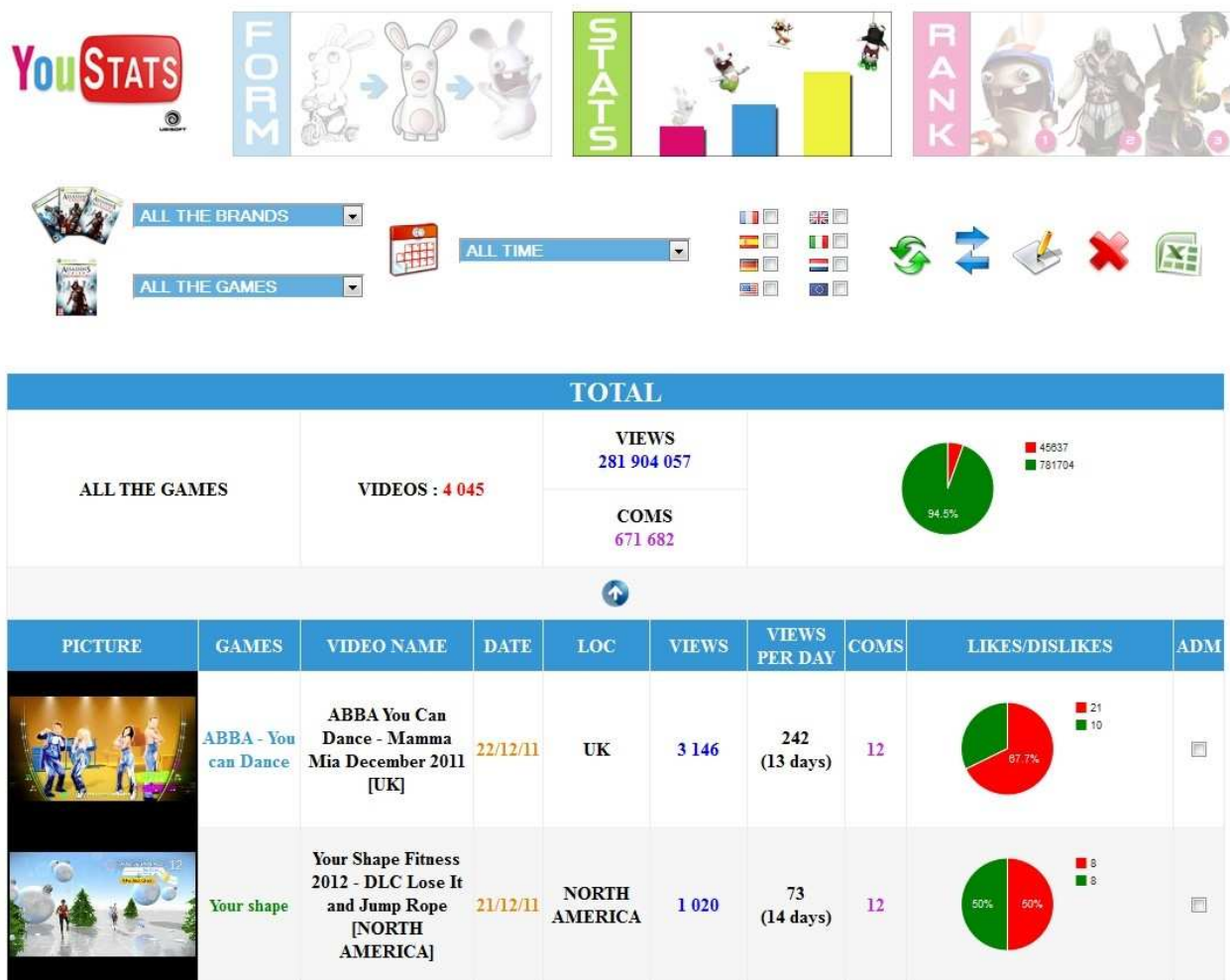
Youstats est un outil permettant de centraliser toutes les statistiques des vidéos situées sur la plateforme d'hébergements de vidéos *You Tube* dans une base de données.

Il était difficile pour Ubisoft d'avoir une vision globale de l'impact de son contenu vidéo ludique sur l'ensemble des internautes (nombres de vues, niveau d'intérêt et d'interprétation des vidéos). En lieu et place d'une étude au cas par cas, d'un processus non centralisé et complexe à mettre à jour en temps réel, l'étudiant a proposé la création de l'outil « Youstats ». Il répondait à un cahier des charges précis rédigé par les différents membres du *Digital Marketing*, et s'inscrivait dans l'expérience acquise au cours des premiers mois de mon stage. Outre l'aspect purement fonctionnel (récupérer le nombre de vues/commentaires/Likes/Dislikes), son travail a aussi porté sur le design et l'ergonomie car cet outil a vocation à être utilisé par de nombreuses personnes au profil différent.

Le travail de Raphaël s'est déroulé en trois étapes :

- Récupérer les statistiques grâce à l'API (*Application Programming Interface*) de Youtube.
- Créer une architecture de base de données pour rendre consultable ces statistiques et les mettre en parallèle (PHP/Mysql).
- Créer une IHM (Interface Homme Machine) facile d'utilisation, en rapport avec Ubisoft et l'univers du jeu vidéo dont il fait partie.

Aujourd'hui *Youstats* est un outil utilisé au sein d'Ubisoft, qui répond aux attentes de ses salariés et facilement exportable car il répond aux exigences des futurs utilisateurs.

FIGURE 21 – L’outil *Youstats* de Raphaël Drion pour Ubisoft

Publications du pôle ARNUM

Livres et chapitres d'ouvrages

- Anne Laforet. *Programmation et conservation : notation, pérennisation, émulation* in Art++, (sous la direction de David-Olivier Lartigueaud). Editions HYX. pp.341-352, <http://editionshyx.livreaucentre.fr/files/2011/05/extrait-page-Artplusplus.pdf>
Dans cet article, Anne Laforet aborde la pérennisation des codes autant que les difficultés d'émulation. Comme à son habitude, elle confronte le lecteur, mais aussi l'artiste et le collectionneur au problème de la conservation des œuvres programmées.

Revue internationale à comité de lecture

- Pierre Schott. How to introduce the cyclic group and its properties representation with Matlab? Thanks to Magic using the perfect Faro shuffle. *Creative Education*, nov. 2011, Vol.2, No. 1, pp. 27–40,
<http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?paperID=4464>
Résumé : *Why use Magic for teaching arithmetic and geometric suit, additive groups, and algorithmic notions through Matlab? 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. I summarize the project scope, the students' theoretical studies, their approach to this problem and their computer realizations. I conclude using the mathematical complement as well as weak and strong points of this approach. 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. The students know how to "perform" a magic trick for their family and friends, a trick that they will be able to explain and so enjoy a certain amount of success. Sharing a mathematical/informatics demonstration is not easy and that they do so means that they will have worked on understood and are capable of explaining this knowledge. Isn't this the aim of all teaching?*
- Christophe Bruno. The work of art in the age of meta-capitalism. In *Drunk on Capitalism! Art and Science for sale, Einstein meets Magritte*, Springer, <http://www.springer.com/new+%26+forthcoming+titles+%28default%29/book/978-94-007-2081-7>
Résumé : *This article deals with theoretical extensions of my artistic work and suggests the impossibility for the contemporary artist to maintain a critical positioning within what is described as « Meta-capitalism ». The latter is assumed to have a scale-free network structure and is subject to phenomena such as semantic capitalism and taylorization of speech. My recent artproject, the Dadameter, may provide a framework to unveil the interface between the figure of the artist and the « Great Chain of Being of Meta-capital ».*

Conférences et articles invités (niveau international)

- Christophe Bruno. Workshop « Artwar(e), Embrun », avec Christophe Bruno, Samuel Tronçon, Etienne Cliquet, sur l'invitation de Caroline Engel. Dans le cadre du projet européen SMIR : *eSpaces Multimédia pour l'Innovation et la Recherche*, Centre d'Art des Capucins, Ville d'Embrun. 29 mai 2011.
- Christophe Bruno. Conférence espace virtuel du Jeu de Paume : « Identités précaires/confusion identitaire » (en tant que commissaire d'exposition et conférencier) 1er avril et 10

juin 2011.

Cette conférence, organisée à l'occasion de l'exposition « Identités précaires », présentée sur l'espace virtuel du Jeu de Paume (du 1er avril au 15 septembre 2011), est consacrée aux phénomènes d'instabilité et de confusion identitaire dans le contexte du réseau Internet. À l'heure où l'information mondiale se heurte aux paradoxes de la transparence et du secret d'État, se développe une véritable industrie de l'identité : surveillance et traçabilité des flux d'informations, gestion des stocks narcissiques dans les réseaux sociaux, procréation artistique assistée, reformatage des idéologies et des identifications collectives... Ces nouveaux modes de normativité sont mis en question par des stratégies de brouillage des genres et du genre, d'affaiblissement des formes, et autres performances à la limite du discernable.

- Christophe Bruno. Conférence espace virtuel du Jeu de Paume : « Blow-up/conférence d'introduction » (en tant qu'organisateur et conférencier). 21 Septembre 2011.
Exposition collective en ligne sur l'espace virtuel du Jeu de Paume (du 21 septembre 2011 au 15 mars 2012) inspirée des stratégies d'infiltration artistiques dans les media mainstream et les réseaux. Commissaires : Christophe Bruno et Danièle Balit.
- Christophe Bruno. Conférence au *Coded Cultures - Festival for Digital Arts and Cultures in Vienna/Annual Convention*, « City as Interface ». 29 septembre 2011.
- Christophe Bruno. « Détournements Web 2.0 : Google, Facebook et Cie ». Organisation de la journée d'étude à la Bibliothèque Nationale de France (en tant qu'organisateur et conférencier) avec Marie Saladin. 1er décembre 2011.
Résumé : Art contemporain, mutations technologiques et réseaux sociaux : comment les artistes fabriquent-ils des détournements du Web 2.0 sur Google, Facebook et Cie ? La mondialisation des réseaux sociaux et des moteurs de recherche a donné naissance à un art subversif. Les artistes se sont emparés des outils proposés aux internautes afin de créer des œuvres à la fois imaginatives et critiques. Ils posent des questions artistiques et politiques s'adressant à tous. Comment le web est-il utilisé par les artistes pour élaborer de nouvelles écritures esthétiques ? Quelles propositions artistiques engagées se créent sur le réseau aujourd'hui ? Proposition d'un panorama d'un art en réseau réalisé au moyen du « hack » sur les différents réseaux sociaux contemporains. Artistes et critiques d'art se réuniront autour de ces questions afin de faire découvrir ou mieux connaître ces œuvres via Internet. L'enjeu de cette présentation est de donner la parole à ces créateurs du Web 2.0.

Conférences et articles invités (niveau national)

- Christophe Bruno. « Les cycles de l'Art et le web 2.0 », par Samuel Tronçon et Christophe Bruno. Organisé par le Réseau-Équipe *Industries culturelles et créatives* (MSH Paris Nord/CEIAS-EHESS/CNRS), au Centre d'Études de l'Inde et de l'Asie du Sud, nouveau site de l'EHESS. 28 mars 2011.
- Christophe Bruno. Conférence à l'École supérieure d'art de l'agglomération d'Annecy, avec Christophe Bruno, le logicien Jean-Yves Girard, Thierry Mouillé, Samuel Tronçon et David Zerbib. 19 avril 2011.
- Claire Leroux. « De l'art cybernétique au living-art ». Le Cube – Art 3000, Issy-les-Moulineaux. Séminaire professionnel. 7 juin et 8 novembre 2011.

- Claire Leroux et Nathalie Delprat. Débat conférence « D'un monde à l'autre - Science et art ». Centre Madeleine Rébérioux, Créteil à l'occasion de la Fête de la Science, 13 octobre 2011.
- Anne Laforet. « Conservation et transcodage », Observatoire des pratiques de création de l'image numérique, École nationale de la photographie, Arles. 14 octobre 2011.
- Christophe Bruno. Conférence au Centenaire McLuhan à l'École supérieure d'Art d'Aix-en-Provence. 4 novembre 2011.
- Christophe Bruno. Conférence au Forum de l'Innovation Culturelle, Musée Départemental d'Arles Antique, sur invitation de l'École Nationale Supérieure de la Photographie, Arles. 22 novembre 2011.
- Christophe Bruno. Conférence à l'École européenne supérieure d'art de Bretagne - Site Lorient, dans le cadre du séminaire de recherche sur l'« Auto-archivage immédiat », à l'invitation de Julie Morel. 7 décembre 2011.
- Christophe Bruno. Séminaire/Workshop à l'École Nationale Supérieure d'Art de Cergy à l'invitation de Jeff Guess. 8 décembre 2011.
- Christophe Bruno. Conférence à l'École supérieure d'Art d'Aix-en-Provence, semaine thématique sur l'« anticipation » 13 décembre 2011.
- Christophe Bruno. Séminaire/workshop à École d'art des Pyrénées - Site Tarbes, à l'invitation de Chrystelle Desbordes, 14 décembre 2011.

Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- Nathalie Delprat, Claire Leroux & Sarah Fdili-Aloui. *In the clouds - Virtual experience of a matter*, In : Proceedings of Virtual Reality International Conference, Laval, avril 2011, http://www.laval-virtual.org/2011/papers_2011//110.pdf
Résumé : *Interactive simulation is used to virtually experience a matter through an avatar in the form of a cloud (stratus or cumulus). Based on an Optitrack motion capture system and a particle generator, the recently developed CLOUD prototype has shown promising abilities to explore new relationships between rendering, gesture and audio-visual feedback, especially at the limit beyond which the body recognition is lost. Devoted to a multidisciplinary investigation, the prototype will also provide an evolutive tool for an artistic exploration of the imaginary aspects related to an evanescent medium.*

Conférences nationales avec comité de sélection sans actes

- Pierre Schott. *Introduction du repérage pour mieux enseigner la cinématique dans les trois repères classiques*, 20ème Congrès Français de Mécanique, Besançon, 29 août au 2 septembre 2011, <http://www.cfm2011.fr/>

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 s'étend, comme l'indique son sigle, à toutes les thématiques utilisant l'imagerie passive (optique) ou active (radar par exemple), de l'acquisition au traitement du signal.

Sa vocation est de participer activement au transfert de technologies en direction des entreprises bien entendu, 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.

Une des spécificités d'ATIS est de se situer très en amont dans les chaînes de traitement de l'information. ATIS a ainsi développé un important savoir-faire sur l'acquisition et le traitement de l'information, que ce soit au niveau capteurs ou au niveau des plateformes d'observation comme cela apparaît dans les principaux axes de compétences décrits ci-après et qui sont :

- Télédétection spatiale,
- Robots d'exploration,
- Cartographie thématique & Reconstruction 3D,
- Nouvelles technologies & Handicap.

Enfin, il faut noter qu'en ouvrant très tôt dans la formation les portes du laboratoire aux étudiants curieux et volontaires, ATIS s'intègre complètement dans la formation par la recherche. En effet, la formation de l'ESIEA se veut aussi très pratique et 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 de l'équipe

Direction

- Directeur du pôle

Laurent Beaudoin

Email : beaudoin@esiea.fr

Tél : +33(0)1 55 43 23 17

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

Docteur de l'École Nationale Supérieure des Télécom de Paris, Laurent a travaillé pour

une filiale spécialisée en R&D du groupe EADS. Il est enseignant-chercheur à l'ESIEA depuis 2001.

- Adjoint du pôle

Antoine Gademer

Email : gademer@esiea.fr

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

Équipe permanente

L'équipe permanente est composée d'enseignants-chercheurs de l'ESIEA :

- 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
- Benoît Petitpas : ingénieur ESIEA et titulaire du master *Systèmes d'Information Géographique*, Benoît a effectué sa thèse dans le cadre d'une collaboration tripartite avec l'École Doctorale ICMS de l'Université de Marne-la-Vallée et Télécom Paristech. Il a soutenu cette dernière avec succès le 15 décembre 2011.
Email : petitpas@telecom-paristech.fr

Équipe non permanente

- Chercheurs associés :
 - Loïca Avanthey : ingénieur ESIEA.
Email : loica.avanthey@gmail.com
 - Robert Terrisse : ingénieur ESTP (École Spéciale des Travaux Publics de Paris) à la retraite.
Email : terrisset@esiea.fr
- Ressources externes au laboratoire. Celles-ci peuvent être soit des experts externes à l'ESIEA, soit internes. Parmi celles-ci, on distingue :
 - Les espoirs recherche. Ce sont les étudiants sélectionnés par le laboratoire pour leurs compétences et leur motivation à participer activement à la formation par la recherche. Concrètement, leur travail est évalué comme un module d'enseignement. Les étudiants Antoine Barbier, Aymeric Barthaux-Pavlin, Laurent Dupessey et Vincent Vittori se sont particulièrement illustrés en espoir recherche cette année.
 - Les étudiants internes/externes. Les étudiants ESIEA volontaires peuvent dès L2 participer activement au développement du pôle. Cependant, les contributions les plus significatives proviennent des étudiants en M1 (via le *Projet Applicatif Industriel et Recherche*) et M2 (stage de fin d'étude de 6 mois en moyenne).

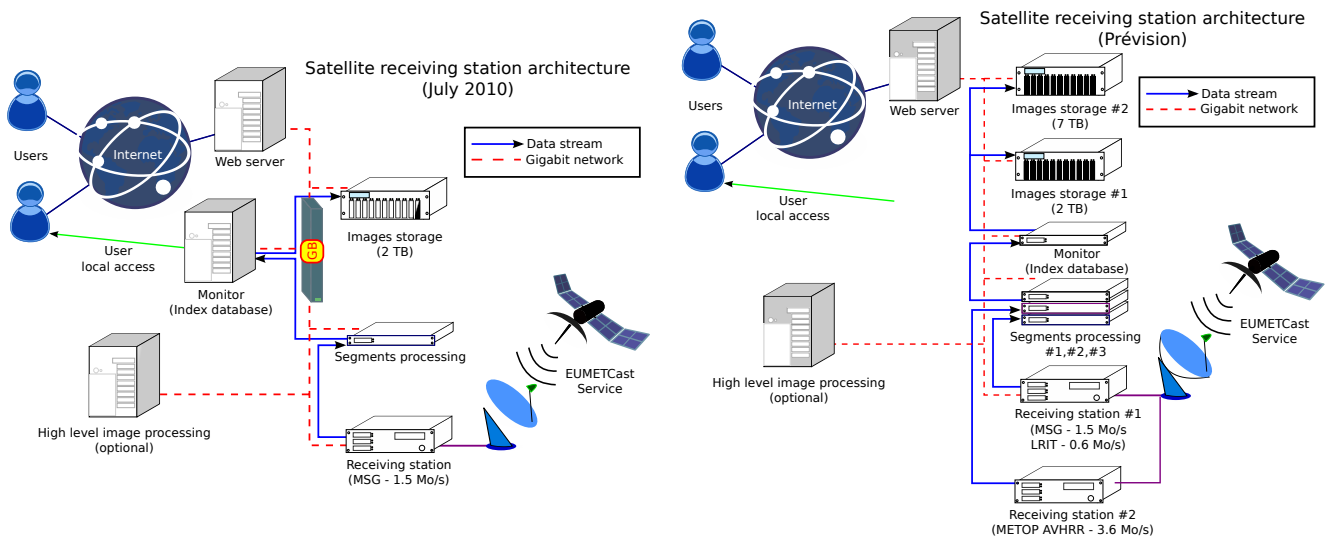


FIGURE 22 – Architecture hardware du réseau de stations de réception ancienne génération (à gauche) et nouvelle génération (à droite).

Principaux axes de compétences

Télédétection spatiale

La télédétection 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 télédétection.

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. Une description plus détaillée de l'architecture de telles stations a déjà été exposée dans les précédents rapports d'activité et est brièvement rappelée à la figure 22.

Un des problèmes majeurs posé par l'exploitation opérationnelle des stations est le gros 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 décrypter 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. Outre une meilleure gestion de l'information géographique (qui pose problème lorsque l'on intègre dans une même base de données de l'information géostationnaire et polaire), le contrôle et la commande ainsi que le diagnostic temps réel de la chaîne de traitement est devenu beaucoup plus simple et fiable.

Exploitation d'images spatiales

La suite logicielle Télésat avait été portée en *Ruby* pour un souci de cohérence avec la chaîne d'acquisition. Du point de vue de l'utilisateur, l'exécution d'algorithmes sur tout ou partie de la base de donnée est grandement simplifiée. Les travaux principaux de traitement sur les images menés à ATIS se font autour des thématiques de détection de points chauds (feux de forêts, volcans, etc.).

Dans le cadre de notre partenariat avec l'Université de Marne-la-Vallée, nous avons pu diversifier nos compétences en traitement des images satellitaires en travaillant avec d'autres type de données que celles reçues à l'École notamment en imagerie radar.

Éducation à la télédétection

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 sont 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.

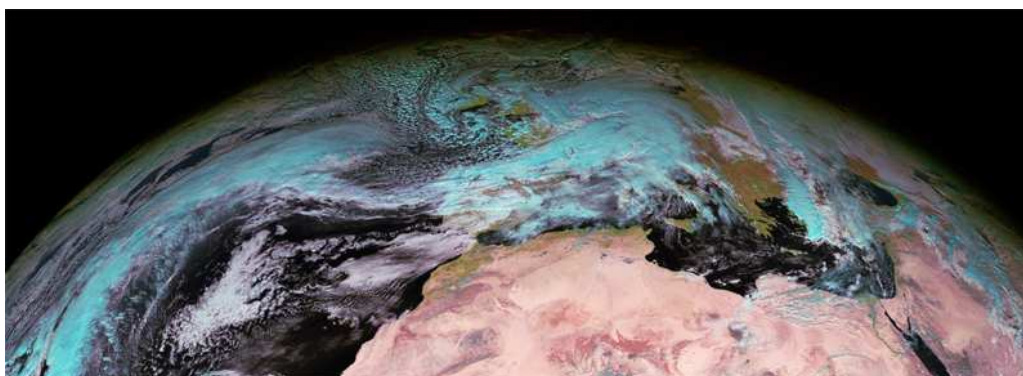


FIGURE 23 – Vue de la tempête Joachim sur l'Europe, le 16 décembre 2011 (composition fausse couleur) ©Eumetsat.

Au niveau de la promotion (*i.e.* tous les étudiants en même année de formation), il y a eu 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. Pour diminuer 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.



FIGURE 24 – Robots d’exploration aériens.

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 temps réel, la navigation autonome, etc..

Aujourd’hui, fort de l’expérience acquise, les efforts de R&D ne se focalisent plus que sur le porteur mais bien 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. Nous sommes donc passé du développement d’un UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) à celui d’un UAS (*Unmanned Aircraft System*).

Drone à voilure tournante : quadrirotor

Le premier drone développé par le laboratoire, le prototype *Faucon Noir* (qui se décline en deux versions), est un minidrone de type quadrirotor. Un quadrirotor est, de manière simplifiée, une structure en forme de croix sur laquelle est placé à chaque extrémité une hélice motorisée.



FIGURE 25 – Les prototypes à voilure tournante du laboratoire : Faucon Noir V1 (à gauche), Sparrow SP5 (au centre) et Moustik (modèle expérimental) (à droite).

En introduisant une différence de vitesse de rotation sur chacun des moteurs de manière coordonnée, le quadrirotor est capable d’effectuer toutes les manœuvres (sauf en vol inversé car il faudrait alors avoir des hélices à pas variable comme sur les hélicoptères).

L’essentiel des efforts de cette année a été consacré à la conception et à la réalisation d’un quadrirotor parmi les plus petits du monde : le *Sparrow* (figure 26).

Là où le projet *Faucon noir* mettait l’accent sur la capacité d’emport (1 kg!), le cahier des charges du *Sparrow* insiste sur une taille réduite (~ 35 cm de diamètre) permettant un vol intérieur et une réduction générale des coûts, ainsi qu’une modularité au niveau électronique permettant une optimisation selon la mission opérationnelle visée et une factorisation avec les autres projets (de robots sous-marin en particulier).

Le travail de cette année s’est porté principalement sur la réalisation mécanique et électronique du système avec la mise en place d’un asservissement efficace permettant le vol en intérieur et en extérieur (sous vent faible ou nul)

Vidéos associées :



FIGURE 26 – Le micro-drone Sparrow (SP5).

- <http://www.atis-lab.fr/robots-exploration/le-micro-quadrotor-sparrow-prend-son-envol.html>
- <http://www.atis-lab.fr/robots-exploration/micro-uav-sparrow-vol-en-exterieur.html>



FIGURE 27 – Sparrow.

Les perspectives de l'année à venir concernent le remplacement de la centrale inertielle par un capteur moins onéreux, un asservissement en hauteur par ultrason et un retour vidéo temps réel miniaturisé.

Drone à voilure fixe : aile delta

Pour diversifier ses activités de cartographie haute résolution, le pôle a développé un prototype de voilure fixe de type aile delta (figure 28). Les drones à voilures 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, et ils sont incapables de faire des missions qui nécessitent un vol stationnaire.

Le premier objectif de l'*Aile Delt@* est d'acquérir de l'expérience, que l'on espère facilement réutilisable sur des porteurs à aile fixe de plus grande envergure. Le second objectif est de former un plus grand nombre de nos étudiants aux technologies internes développées dans le pôle.



FIGURE 28 – L’aile Delt@.

Elle est fabriquée dans une mousse hautement résistante aux chocs et autres impacts divers (EPP ou Polypropylène expansé), ainsi le porteur en lui même est très peu susceptible de casser et de mettre en péril la mission. Le petit format permet de la transporter facilement et offre le possibilité de voler presque n’importe où, 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.

Cette année, la plateforme a surtout servi à des développements pédagogiques. En particulier en lien avec le projet ULC pour le contrôle du moteur et de la direction.

Enfin, plusieurs vols pilotés ont été effectués.

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

L’objectif de l’année à venir est d’ajouter des asservissements de haut-niveau ainsi qu’une liaison de communication bidirectionnelle UAV/station-sol.

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 autre), ce qui permet de factoriser les efforts dans le temps et de maintenir une communauté vivante de projets d’étudiants.

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 aquatiques par des robots. De part l’hostilité du milieu et de part la visibilité limitée, on connaît paradoxalement mieux les surfaces des planètes et satellites proches que les fonds marins. Pourtant, tant du point de vue des applications de Défense et Sécurité qu’environnementales par exemple, la connaissance des fonds en zone littorale proche est un enjeux stratégique.

Dans cette section, nous présentons la suite de nos travaux sur le développement du drone sous-marin *Aquatis*, présenté dans le rapport d'activité 2010. Et nous introduisons un nouveau prototype, dénommé *Ryujin*, qui a pour but d'explorer des choix technologiques très différents de ceux habituellement utilisés. Cette année, les deux prototypes ont été présentés au concours européen de robotique sous-marine SAUC-E dont les épreuves se déroulent sur la base du NURC, le centre de recherche sous-marine de l'OTAN.

Aquatis



FIGURE 29 – Prototype Aquatis V2.

De nombreux enseignements furent tirés de l'expérience en situations opérationnelles du robot *Aquatis*. À l'usage, sa forme longitudinale s'est révélée difficile à manœuvrer et sa quille excentrée, bien qu'apportant une excellente stabilité en roulis et tangage, rendait le robot très encombrant. La version de cette année est beaucoup plus compacte. Le cylindre des batteries est passé sous le cylindre principal qui contient toujours toute l'intelligence du robot, ce qui a permis au passage l'économie du poids mort de la quille (cf. fig 29). Le résultat final est beaucoup plus opérationnel. La figure 30 illustre l'évolution du robot.

Outre les évolutions bas-niveau (notamment en électronique) une attention toute particulière a été portée cette année sur les capacités d'appréhension de l'environnement extérieur par le robot. Concrètement, cela s'est traduit par nos premiers pas en imagerie sonar (cf. fig 31) qui font suite aux travaux de l'année dernière sur la localisation à partir d'un flux optique.

Il est à noter que ce projet s'est enrichi du partenariat avec la société *Fischer Connectors*, leader dans les connecteurs circulaires *push/pull*.

Enfin, ATIS tient à remercier la Mairie de Charenton-le-pont pour lui avoir permis de tester ses prototypes dans la piscine et la fosse de plongée.

Ryujin

Ce nouveau prototype a été introduit cette année afin de pouvoir tester des choix technologiques radicaux : miniaturisation (< 10 kg, < 40 cm de long), simplicité de construction



FIGURE 30 – Prototype Aquatis V1 (à gauche) et prototype Aquatis V2 (à droite).

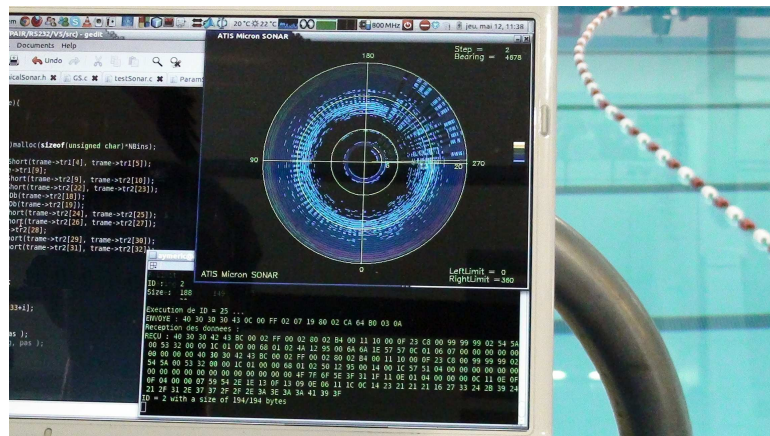


FIGURE 31 – Imagerie Sonar.

(usage réduit à l'utilisation de la machine-outil à commande numérique de l'école) et réduction des coûts (< 1000 € hors centrale inertielle pour le vecteur nu), tout en conservant les capacités requises pour une utilisation opérationnelle.

D'un point de vu 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 soucis 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.

Cette année, la partie capteur a été réduite au minimum : une caméra pour l'enregistrement de vidéo à bord de l'appareil, afin de se concentrer sur les innovations mécaniques du projet.

Pour l'année à venir, le projet va se doter de plusieurs capteurs de positionnement (pression, sonar, lidar, etc.) afin d'améliorer les capacités opérationnelles du robot.

Reconstruction 3D

Cette année, de nombreux efforts ont été menés sur la reconstruction 3D de données images acquises sur le terrain, avec la thèse de B. Petitpas (soutenue le 15 décembre 2011) avec des résultats très prometteurs. La thèse s'est concentrée sur l'élaboration d'une chaîne complète de traitement : l'acquisition, la mise en géométrie, l'auto-calibrage puis le lissage des nuages de

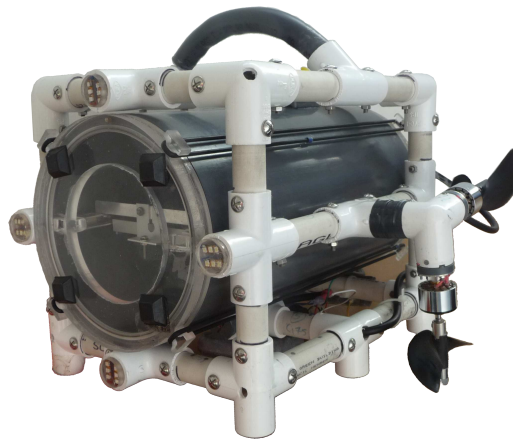


FIGURE 32 – Prototype Ryujin.

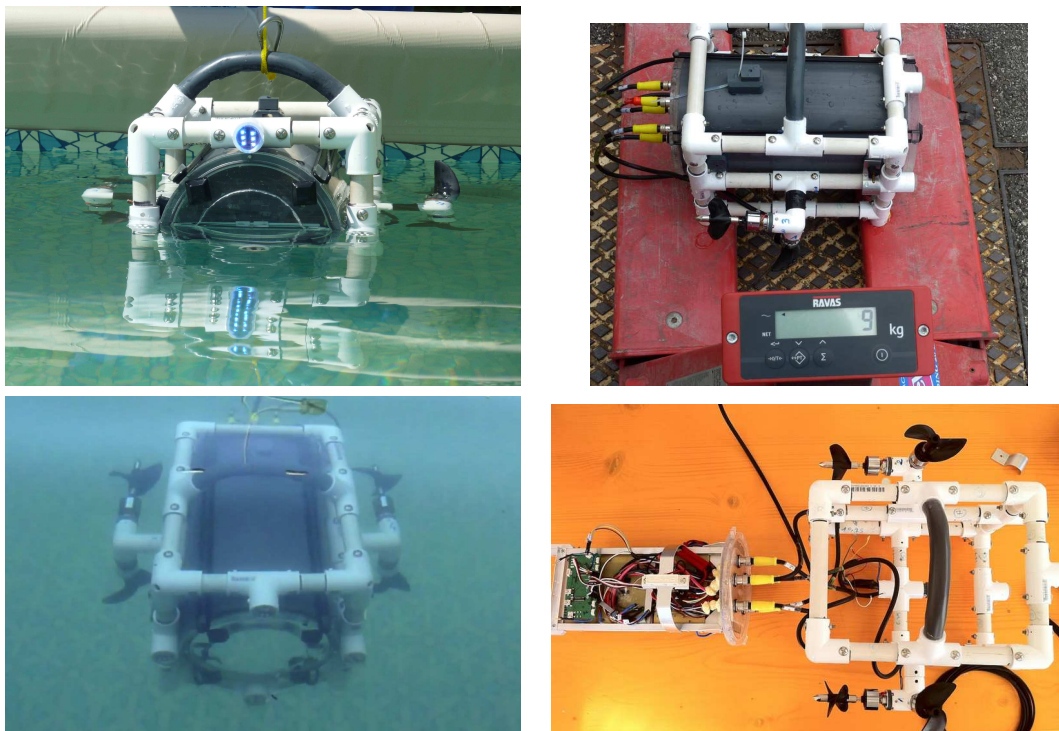


FIGURE 33 – Ryujin en opération au concours SAUC-E à La Spezia.

points 3D jusqu'à l'extraction de mesures bio-/géophysiques comme la rugosité des sols ou des mesures dendrométriques.

La figure 34 montre un exemple de reconstruction sur des images prises en zone littorale sans calibration *a priori* ni données extérieures. Les algorithmes de chacune des briques (SURF, RANSAC, ...) ont été choisis pour leur robustesse et leur rapidité afin de donner des premières estimations des observations sur le terrain.

Malgré une visée opérationnelle sur l'extraction de paramètres de surface, la chaîne n'a volontairement pas été sur-spécialisée et permet de traiter des données littorales autant que des bâtiments comme l'illustre la figure 35.

En prenant le parti de ne pas supprimer automatiquement des points reconstruits à partir d'objet ayant bougé entre les deux prises de vues, la chaîne de traitement se montre particulièrement efficace pour la reconstruction de structure végétale comme illustré sur la figure 36. De ces

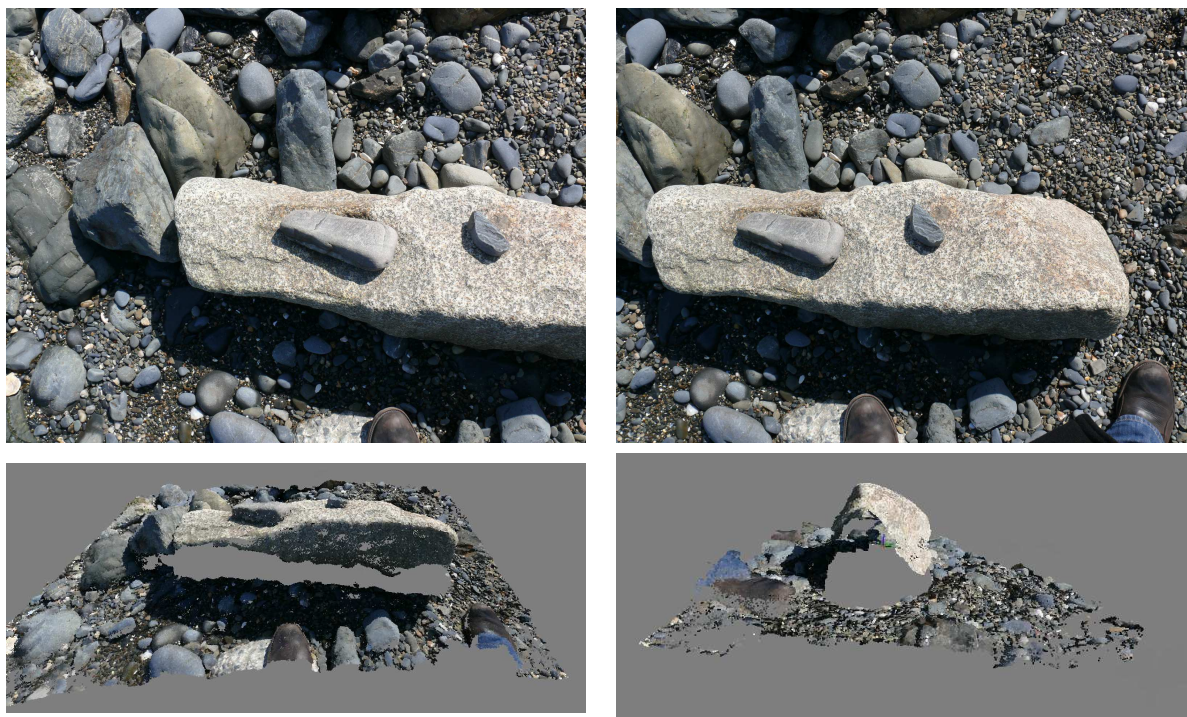


FIGURE 34 – Nuage de points 3D obtenue par stéréo-restitution. L'ensemble de la chaîne a été revue pour traiter des images acquises à la main, sur le terrain. ©ATIS/Petitpas

modèles 3D, à condition d'avoir un facteur d'échelle, on peut tirer des mesures dendrométriques et structurales qui sont une forte plus-value pour les botanistes.

Nouvelles technologies et handicap

PratiCarte

L'objectif de ce projet, qui a été primé par la Fondation Steria-Institut de France en 2010, est de développer des outils pour la cartographie collaborative de la praticabilité des chaussées pour les personnes à mobilité réduite.

Depuis plusieurs années, les Systèmes d'Information Géographiques (SIG) s'immiscent de plus en plus dans le quotidien du grand public, aussi bien par l'approche ludoéducative (*Google Earth*, *Google StreetView*...) que par des services comme les calculateurs d'itinéraires (*RATP*, *ViaMichelin*...) et les recherches de ressources à proximité (*Pages Jaunes*, *Google Maps*...) dont personne n'imaginerait aujourd'hui se passer.

Une grande communauté est pourtant laissée au banc des oubliés : celle des *Personnes à Mobilité Réduite* (PMR) dont les besoins cartographiques sont spécifiques. En effet, leurs déplacements dépendent de manière cruciale de la praticabilité des chaussées, qui peut être définie par le degré de pente, de dévers (inclinaison perpendiculaire à la chaussée) et par la qualité et le type du revêtement. Les nombreux obstacles qui parsèment leurs trajets, comme les ressauts du trottoir, l'encombrement de la chaussée ou une largeur insuffisante pour passer ou pour faire demi-tour, limitent encore un peu plus leur liberté de circulation. L'activité la plus naturelle pour nous qui consiste à se déplacer en ville devient ainsi pour eux un véritable parcours du combattant.

Malgré ce besoin reconnu et les lois sur l'égalité des chances, ni l'État, ni les cabinets de topomètres privés ne prennent en charge ces campagnes de mesures pourtant capitales pour les PMR. Les quelques initiatives associatives allant dans ce sens se heurtent à l'ampleur et à

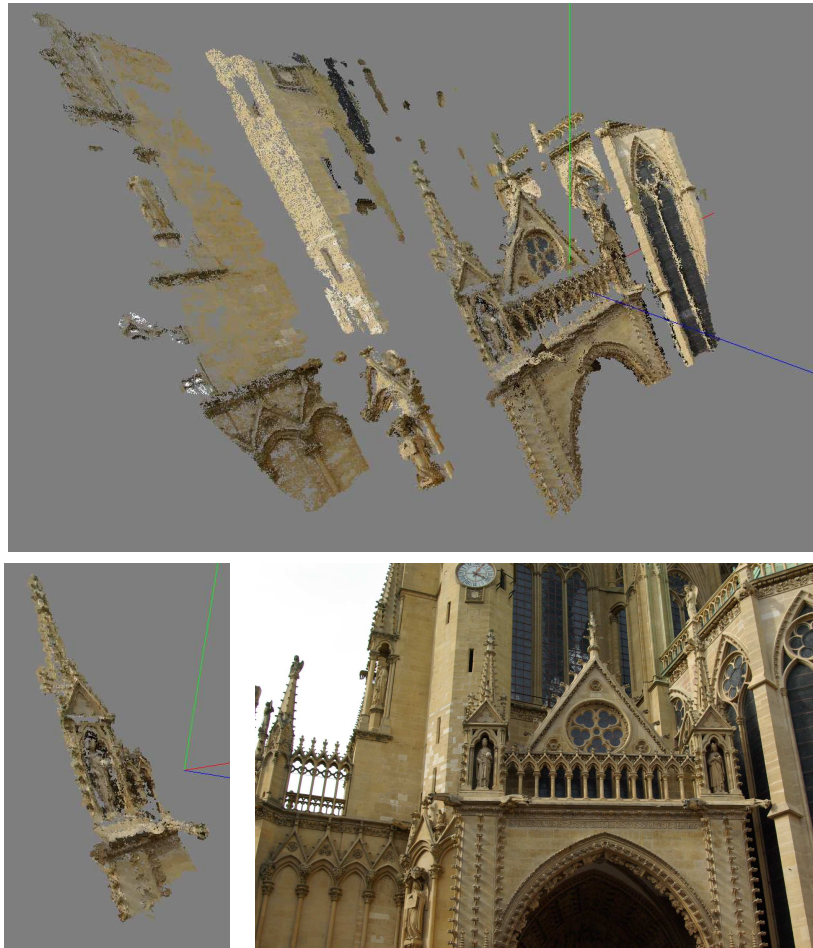


FIGURE 35 – Les algorithmes développés peuvent traiter aussi bien des images de sols, de bâtis ou de végétation. Ici, sur la cathédrale de Saint-Étienne. ©ATIS/Petitpas



FIGURE 36 – Pour les botanistes, les modèles 3D sont riches de très nombreuses caractéristiques dendrométriques et structurales et pourraient leur permettre d'analyser une partie des observations une fois revenus de la mission terrain. ©ATIS/Petitpas

la difficulté de la tâche qui, vraisemblablement, ne peut reposer sagement que sur un système facile à déployer et le soutien d'une communauté dévouée.

Le but de ce projet est donc de mettre les nouvelles technologies de l'information au service des communautés concernées en développant des outils technologiques simples et performants permettant facilement d'acquérir de manière collaborative ces données manquantes.

Pour obtenir l'adhésion d'une large communauté de contributeurs, nous avons proposé de détourner une nouvelle technologie en pleine expansion et diffusion auprès du grand public : celle des *smartphones* et des tablettes tactiles.

Nous avons fait des mesures pour vérifier que les inclinomètres contenus dans la majorité des *smartphones* permettait de mesurer efficacement les pentes et les dévers et que la géolocalisation était suffisamment précise.

Nous avons alors développé une application (cf. figure 37) qui permet de prendre les mesures d'angles de la chaussée et de les géocaliser. Ces données sont envoyées via internet à un serveur de traitement qui va calculer un indice qualitatif de praticabilité synthétisant la difficulté pour une PMR à se déplacer sur ce tronçon. Cet indice est pour le moment intégré sur un fond de carte consultable sur l'application, en attendant d'être intégré à un SIG communautaire.

Partenariats recherche et enseignement supérieur

Partenaires sous convention

- MÉTÉOFRANCE
- European METerological SATellites (EUMETSAT)
- Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales (ONERA)
- Délégation Générale pour l'Armement (DGA)
- Association France Myopathie (AFM)
- Société Fischer connectors
- Mairie de Charenton-le-Pont

Partenaires de recherche

- Cellule GT (Géomatique, Télédétection), Laboratoire ESYCOM, Université de Marne-la-Vallée
- Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), Bruyères le Châtel
- Groupe De Recherche Météosat Seconde Génération (GDR MSG)
- Département Traitement du Signal et des Images, Télécom Paristech
- Département Observation, Modélisation et Décision, À ENSMP

Enseignement dans des Masters

- Système d'Information Géographique, M2, Université de Marne-la-Vallée
- Sciences de la Terre, de l'Environnement et des Planètes (STEP), M2, Université Paris 7
- Programme européen Athens, Télécom Paristech
- UE Pesto, Télécom Paristech

Concours et prix

- 5^{ième} et 10^{ième} places au concours européen de robotique sous-marine autonome (SAUC-E)- Le *Student Student Autonomous Underwater Vehicle Challenge*

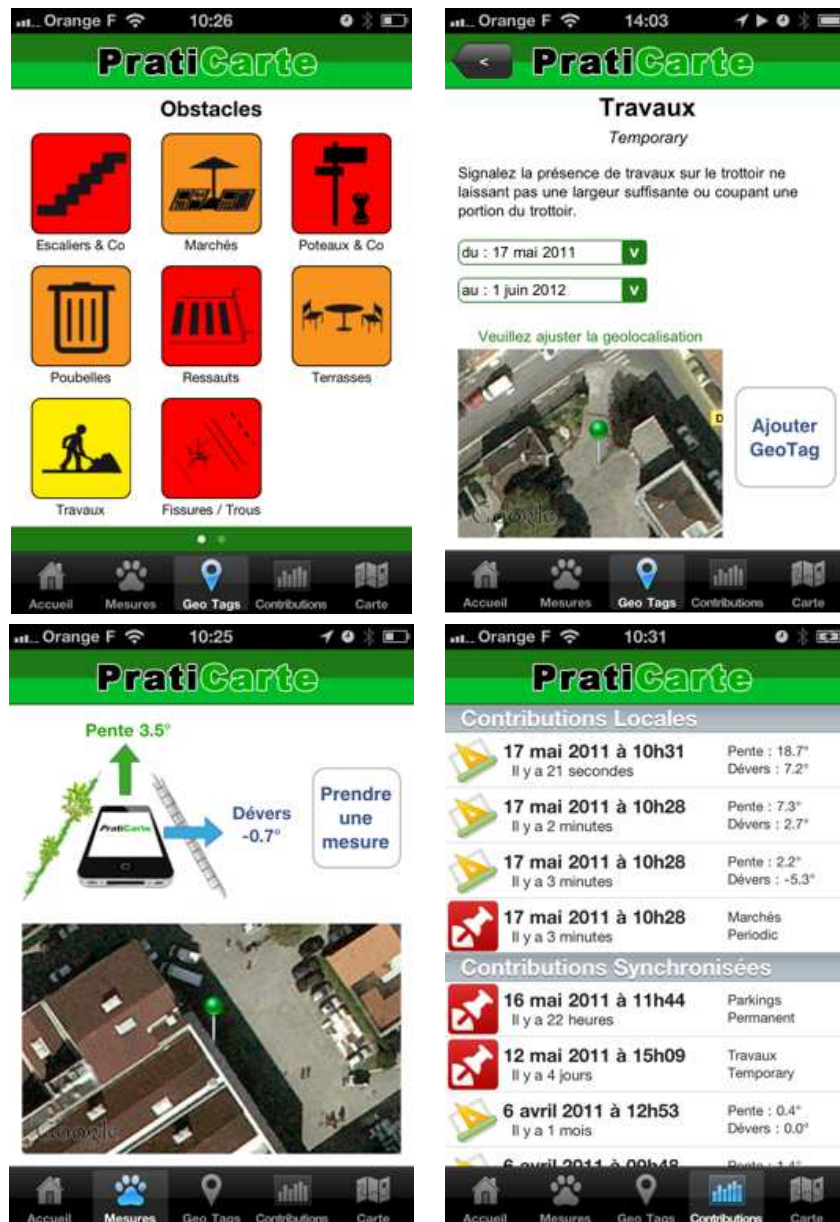


FIGURE 37 – Vues de l'application PratiCarte.

Europe (SAUC-E) a pour objectif de stimuler l'innovation et la technologie, et d'encourager les jeunes à faire carrière en ingénierie sous-marine et les domaines apparentés. L'épreuve a été organisée cette année par le Centre de recherche sous-marine de l'OTAN (NURC) à La Spezia (Italie). Les étudiants étaient invités à concevoir et à construire des véhicules sous-marins autonomes (AUV) capables d'effectuer de vraies missions comme la recherche sous-marine d'objets ou le déminage. L'ESIEA a reçu deux prix, le prix « *best use of ressources* » pour l'équipe Ryujin et le prix « *Perseverance and tenacity* » pour l'équipe Aquatis.

Site officiel : <http://www.nurc.nato.int/>

Publications et travaux du laboratoire

Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- L. Beaudoin, A. Gademer, L. Avanthey, V. Germain, V. Vittori, "Potential Threats of UAS Swarms and the countermeasure's Need". In : *European Conference on Information Warfare and Security, ECIW2011*, Tallinn, Estonia, 2011.

Abstract :

The rising capabilities and growing accessibility of recent Unmanned Aerial Systems (UAS) widen the risks of success of a terrorists attack through the current aerial defence systems. We will examine first the complexity of the threats from a single unmanned vehicle, to a team of unmanned vehicles and finally to a swarm of unmanned vehicles (and any other association of these three combinations). Then, from an operational point of view, we will see that early detection of danger - a critical stage in the development of counter-attacks - has become very difficult because small unmanned vehicles like UASs precisely possess the ability to take off directly within the sphere of attack. The next stage, equally critical, consists in elaborating the response that best fits the attack. We distinguish three general categories of active and passive countermeasures : destruction, incapacitation and jamming of the enemy UASs. We will then study several possible countermeasures appropriate to the type of attack (enemy's formation : isolated drone, team, swarm ; weapon type : bomb, kamikaze, bacteriological etc.). We first present countermeasures that are rather conventional (they usually come from air defense systems) and others specific to the UAS case. We will finish by a case study in which we will tackle the use of simplified physical models for calculating positions in real time in an optimized way in a UAS swarm under constraints, and of graph matching algorithms to optimize the destruction of a mobile swarm of UAS.

Stages et thèses préparés au laboratoire

Doctorats soutenus

- Thèse de Benoit Petitpas, en co-direction avec Jean-Paul Rudant de l'Université de Marne-la-Vallée et Michel Roux de Télécom ParisTech. *Extraction de paramètres bio-geophysiques de surfaces 3D reconstruites par multi-stéréo-restitution d'images prises sans contraintes..* Soutenance effectuée le 15 décembre 2011.

Stages niveau Master M2 encadrés au laboratoire

- Loïca Avanthey, *Unification de recueil d'informations et d'exploitation de données exogènes.* Stage de fin d'études ESIEA de 11 mois, ESIEA-ATIS, 2011.
- Vincent Germain, *Planification et exploitation de missions en temps réel par informatique tactile.* Stage de fin d'études ESIEA de 11 mois, ESIEA-ATIS, 2011.

Encadrements de projets étudiants

- A. Barbier, *Développement d'outils informatiques et électroniques pour le contrôle de robots d'exploration,* ESIEA ATIS, 2011, (4A).
- A. Barbier, Y. Kikou, X. Théry, V. Vittori, *Projet Sparrow : développement d'un mini-quadrucoptère indoor,* ESIEA ATIS, 2011, (4A).

- A. Barthaux-Pavlin, *Projet AQUATIS 2011 : étude structurelle mécanique et traitement de signal sonar*, ESIEA ATIS, 2011, (4A).
- P. Costa, L. Dupessey, K. Sekaf, S. Vigo, *Développements mécatroniques et en décision embarquée pour le robot sous-marin AQUATIS*, ESIEA ATIS, 2011, (3A).
- A. Launay, M. Leduc, E. Silverio, *Étude préliminaire pour l'asservissement du robot sous-marin AQUATIS*, ESIEA ATIS, 2011, (3A).
- M. Boyault, Y. Boisgontier, N. Estall, P. Picon, *Conception d'une centrale inertielle à bas coût*, ESIEA ATIS, 2011, (3A).
- H. Gonçalves de Oliveira, J. Baud, G. Tassin, *Étude de faisabilité d'une chaîne de traitement d'image embarquée dans le robot sous-marin AQUATIS*, ESIEA ATIS, 2011, (3A).
- A. Robic, R. Somawansa, J. Beauval, *Étude préliminaire au contrôle du mini-ROV Baby Whale*, ESIEA ATIS, 2011, (2A).
- N. Broquet, D. Grappe, M. Messak, T. Béjuit, *Développements en électronique embarquée pour le mini-drone Aile Delta*, ESIEA ATIS, 2011, (2A).
- H. Faye, T. Bun, M. Idoubella, *Développement de capteurs pour le mini-ROV Baby Whale*, ESIEA ATIS, 2011, (2A).
- D. Leblanc, *Retour d'expérience sur le robot Aquatis 2010 et études prospectives pour le robot Aquatis 2011*, ESIEA ATIS, 2011, (5A).

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 2011 a permis au pôle RVSE de pérenniser différents contrats de recherche partenariale avec plusieurs partenaires de renom au plan régional, national voire international :

- La société ESSILOR.
- La société GRUAU.
- La société DIRICKX.
- La société CAP'TRONIC.

Le pôle RVSE a également amorcé un investissement dans la recherche amont et académique avec la préparation d'une thèse en collaboration avec l'IRISA de Rennes.

Composition du pôle RVSE

- Directeur du pôle

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

- Assistante direction

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

- Ingénieurs de recherche

- Franck Crison
Email : crison@esiea-ouest.fr
Ingénierie électronique, informatique système, FPGA, DSP.
- Sébastien Gageot
Email : gageot@esiea-ouest.fr
Ingénierie électronique, ingénierie électrotechnique.
- Marc Le Renard
Email : lerenard@esiea-ouest.fr
Réalité virtuelle (process, environnements virtuels), informatique, création d'applications.

- Doctorants

- Jérôme Ardouin
Email : ardouin@esiea-ouest.fr
Algorithmique, Electronique fondamentale, Informatique système.

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>) de l'IRISA Bunraku (<http://www.irisa.fr/bunraku>), 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 pourrions 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.

Publications du pôle RVSE

Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- Jérôme Ardouin, Anatole Lécuyer, Maud Marchal & Éric Marchand (2011). *Design and Evaluation of Methods to Prevent Frame Cancellation in Real-time Stereoscopic Rendering*. IEEE Symposium in 3D User Interfaces. 18-20 Mars, Singapore, pp. 95–98, ISBN 978-1-4577-0037-8, <http://conferences.computer.org/3dui/3dui2011/prog-papers.html>

Conférences internationales avec comité de sélection sans actes

- Gildas Marin, Marine Faure, Marc le Renard and Damien Paillé (2011). *Measure of Individual Eye-head Coordination Compared in Real and Virtual Environment*. IADIS International Conference in Computer Graphics, Visualization, Computer Vision and Image Processing 2011, 24–26 juillet 2011, Rome, Italie, http://www.cgv-conf.org/2011/Program_CGVCVIP2011.pdf

Conférences nationales avec comité de sélection avec actes

- Marc Le Renard, Marine Faure, Gildas Marin, Damien Paillé (2011). *Mesure du comportement œil-tête individuel comparé en environnement réel et virtuel*. Journées de l'Association Française de Réalité Virtuelle 2011 (AFRV'2011), 10-12 octobre 2011, Technopole Izarbel, Bidart, pp. 41–45, Estia Recherche éditions, <http://www.journeesafrv-afig2011.estia.fr/accueil-afrv-2011.htm>

Prix & Récompenses

- Le projet Virtual ShowCase (Présentoir Virtuel) mené par les élèves ingénieurs (4A) Timothée Au-Duong, Simon Bureau, Florent Coïc et Sébastien Hamon, sous la direction de Marc Le Renard, a remporté le prix *Virtual Fantasy* (catégorie démos) de Laval Virtual 2011 (<http://www.laval-virtual.org/?p=66>). Ce projet est décrit dans la section *Projet étudiants*.

Contrats et transferts technologiques 2011

Contrat Essilor : simulateur de verres



L'ESIEA a établi un partenariat avec le groupe ESSILOR dès 2005. L'équipe RVSE travaille avec ESSILOR sur divers sujets (verres informatifs, développement du simulateur de verres, missions de conseils pour les investissements Réalité Virtuelle au sein d'ESSILOR...). RVSE est en discussion constante avec ESSILOR pour développer de nouvelles fonctionnalités mais aussi pour trouver de nouveaux projets à réaliser ensemble dans le domaine de la réalité virtuelle.

Le pôle RVSE est intervenu en 2011 auprès du service en charge du simulateur de Réalité Virtuelle chez ESSILOR pour apporter améliorations et nouvelles fonctionnalités au système déjà existant.

La virtualisation d'un système de clavier a été réalisée pour permettre à ESSILOR de simuler des conditions de travail (clavier d'ordinateur). Il a fallu virtualiser le comportement d'un clavier et en faire le rendu. Ce rendu a été attaché à un props en plexiglass augmenté d'une dalle tactile fourni par l'ESIEA afin de pouvoir taper sur les touches virtuelles. Ce clavier a été implémenté pour être configuré à loisir via un fichier texte (taille touche à utiliser, images à utiliser...). Un monde virtuel a été développé pour démontrer l'utilisation de ce clavier : il implémente un éditeur de texte sur des surfaces 3D (surface fixée dans le monde virtuel ou attachée à un autre props en plexiglass afin de pouvoir manipuler la feuille contenant les écrits).

Une tablette PC a elle aussi été virtualisée. Pour ce faire, nous avons créé un système de commande à distance de la souris via un client/serveur. Le PC distant fait tourner un service permettant de prendre le contrôle distant de sa souris. Il est ainsi possible d'utiliser le props en plexiglass précédemment cité pour contrôler la souris du PC distant. L'image du PC distant est acquise et réinjectée dans le simulateur. Cela permet de visualiser les interactions effectuées sur le PC distant et de créer une tablette PC virtuelle.

Une autre de nos missions a été d'étudier les méthodes de synchronisation des lunettes stéréoscopiques actives pour essayer de trouver un moyen de générer de la stéréoscopie active sur des écrans non conçus à priori pour cette fonctionnalité. Cette étude a permis de mettre en avant certains critères que doivent respecter les écrans et les lunettes pour pouvoir imaginer réaliser une telle synchronisation.

Le projet est protégé par le Confidentiel Industrie. Deux publications ont été réalisées en



2011 autour du développement réalisé fin 2010 (voir section *Publications du pôle RVSE*). Le pôle RVSE a virtualisé un système complet (le VPS, système permettant de déterminer le comportement œil-tête d'un porteur de lunettes). Cette virtualisation a permis de mener une étude qui a démontré que les mesures sur ce système virtuel sont sensiblement les mêmes que sur le système réel. De telles expérimentations pourront être renouvelées par la suite sur d'autres systèmes.

Contrat Cap'Tronic : projet Aqualéo

Dans le cadre du programme d'expertise pour CAP'TRONIC, le pôle RVSE (responsable Franck Crison) est intervenu pour une étude de faisabilité pour l'entreprise Aqualéo. La société



Aqualéo conçoit et fabrique des produits innovants pour les loisirs nautiques, en particulier le *Gliss-Speed*, un karting nautique électrique utilisable sans permis.

L'étude menée par l'ESIEA a permis d'apporter des éléments techniques tangibles, point de départ d'innovations qui seront intégrées dans les prochaines générations de produits.

Contrat GRUAU



Dans le cadre des expertises menées avec l'entreprise GRUAU, le pôle RVSE (responsable Sébastien Gageot) a mené l'étude et la réalisation d'une carte électronique pour porte électrique de véhicule de transport en commun. Il a également assuré le développement d'une interface entre capteurs et calculateur pour modifier les timings d'ouverture et de fermeture de la PLC.

Contrat GenouRob



Le projet *GenouRob*, mené par Sébastien Gageot et Franck Crison, a eu pour objet :

- les modifications du logiciel GNRE : intégration des données fournies par le capteur développé par F. Crison (modifications de la BDD, de l'IHM, des tableaux, des graphiques...),
- le développement du logiciel pour IP3 : appareil de stimulation et de renforcement (prévention des lésions des ligaments croisés) avant les sports d'hiver, début de saison sportive),

- le développement de *ReHAB* (en cours de finalisation) : appareil de rééducation par poussées itératives et postures mécaniques (lutte contre l'enraidissement, fessum...) pour les articulations (genou, hanche, pied...).

Dans le cadre du projet GenouRob et des actions 2012, Sébastien Gageot s'est rendu au FC Barcelone en décembre pour rencontrer Ramon Cugat, chirurgien attaché au club de football de Barcelone afin de discuter de la faisabilité d'un nouvel appareil concernant la rotation du pied et de planifier son développement par le pôle RVSE et sa commercialisation par la société GNRB, en 2012.

Contrat Clarté



CLARTE a fait appel à l'ESIEA dans le cadre d'une expertise sur un logiciel de Réalité Augmentée (responsable Marc Le Renard). L'expertise a eu lieu en deux temps :

- L'ESIEA est d'abord intervenu en tant qu'expert en janvier 2011 pour donner des pistes afin d'améliorer la précision de l'algorithme de tracking basé sur une détection de marqueurs par une caméra. Des corrections ont pu être réalisées pour gagner en précision et en robustesse à la suite de cette intervention.
- Le pôle RVSE est ensuite intervenu en novembre et décembre 2011 pour expertiser le code complet du logiciel et préconiser des modifications à réaliser pour fiabiliser le logiciel et rendre le projet facilement maintenable.

Lors de cette expertise le pôle RVSE a aussi réalisé des corrections sur le projet pour le rendre portable et ainsi pouvoir travailler sur des machines différentes. Le code a aussi été adapté pour cibler différentes utilisations (avec ou sans caméra).

Contrat Dirickx

Le pôle RVSE, dans le cadre d'un partenariat avec le groupe DIRICKX (<http://www.dirickx.fr/>), spécialiste international de la protection périmétrique, a contribué à la conception et à la réalisation de la dernière innovation de DIRICKX, dénommée *EASY DETECT©*. Cette solution (imaginée par Franck Crison, responsable du projet) est un procédé totalement nouveau et particulièrement simple d'installation. Intégré directement à la clôture, il se glisse dans les poteaux sans imposer de lourds travaux de génie civil, ni de gros investissements. Une fois en place, le système de détection électronique est totalement invisible et permet une détection avant franchissement, sur toute la surface de la clôture, des poteaux comme du grillage.

Grâce à sa technologie, le système est particulièrement performant, facile à mettre en œuvre et à utiliser. Il permet d'assurer un contrôle 24h sur 24, 7j/7, et une intervention dans un minimum de temps.

Contrat Middle VR

Courant juillet, le pôle RVSE a été missionné par Laval Mayenne Technopole pour effectuer l'expertise technique d'un produit (*Middle VR*) réalisé par la jeune société « *I'm in VR* » dirigée par M. Sébastien Kuntz lauréat du prix IDNERGIE.



L'entreprise *I'm in VR* est une société spécialisée en réalité virtuelle immersive (VR). Elle commercialise *MiddleVR*, qui est une boîte à outils logicielle simplifiant la création et le déploiement d'applications de réalité virtuelle. *MiddleVR* est adaptable à différents logiciels 3D ainsi qu'à la plupart des systèmes de réalité virtuelle.

Le contenu technique de ce contrat, lié à la sécurité du logiciel, est confidentiel.

Bilan financier exercice 2011

L'exercice 2011 pour le pôle s'établit à 73 500,00 euros (état vérifié et validé par le commissaire aux comptes du groupe ESIEA).

Projets internes

Ces projets constituent la partie véritablement R&D du pôle RVSE. Ils ont pour but de développer et de tester des nouveaux savoir-faire destinés à ensuite faire l'objet de valorisation industrielle (contrats) dans un second temps. Ils sont donc un investissement à moyen terme.

Workbench mobile

Un *workbench* est un display de réalité virtuelle permettant de travailler avec une très bonne résolution angulaire dans un espace contraint.

L'évolution des technologies dans le domaine des vidéoprojecteurs et du tracking permet aujourd'hui de créer un tel dispositif pour un coût modique et de le concevoir pour qu'il soit mobile et facilement configurable.

En début d'année 2011 le pôle RVSE a conçu et réalisé un système immersif de réalité virtuelle : un *workbench*. Ce système a été conçu pour former les étudiants à la programmation sur cluster graphique, pour expérimenter de nouvelles interactions homme/machine, pour concevoir, développer et tester les applications destinées à être livrées à nos partenaires ou clients.

Description du workbench

Le pôle RVSE a spécifié et développé un système de workbench à deux écrans. Ce développement a de multiples buts :

- avoir un système de réalité virtuelle complet basé sur un cluster graphique afin de tester (pour ESSILOR) et de développer des applications de réalité virtuelle au sein du pôle RVSE
- disposer d'un système complet pour permettre d'étoffer la pédagogie autour de la réalité virtuelle et permettre aux étudiants de profiter d'un système professionnel au cours de leurs études,
- être autonome en matière de systèmes et de logiciels.
 - Une librairie a été développée par un étudiant de l'ESIEA lors d'un projet proposé par le pôle RVSE : la librairie *clusterLib*. Cette librairie implémente les mécanismes inhérents à l'utilisation d'un cluster graphique (*scenelock* et *swaplock*) de façon complètement générique ce qui permet de l'utiliser avec n'importe quel API ou moteur graphique.

- L'utilisation de VRPN nous permet de nous connecter à tous les périphériques de réalité virtuelle et en particulier les systèmes de tracking.
- Une base logicielle dédiée au workbench a été développée (démon à Laval Virtual 2001). Elle permet de porter facilement une application OpenGL monoposte vers une application stéréoscopique partagée implémentant au minimum un tracker de tête.



FIGURE 38 – Fabrication du dispositif

Le display

Le display est basé sur deux vidéoprojecteurs à focale courte. Le système est constitué pour l'instant des vidéoprojecteurs *DepthQ* HD (résolution native : 1280x720) supportant la stéréoscopie active à 120Hz. Ces projecteurs ont été modifiés pour obtenir une courte focale via l'ajout d'une lentille grand angle. Un miroir de première surface a été nécessaire pour avoir un positionnement efficace des vidéoprojecteurs et garder un encombrement réduit. L'ensemble mécanique a été conçu et fabriqué en interne par le labo.

Le cluster graphique

Le cluster graphique se compose de deux PC équipés de cartes *NVidia Quadro FX4600* et de cartes filles *G-Sync II* pour supporter la fonctionnalité de *Genlock*. Les nœuds du cluster sont connectés entre eux par le réseau pour leur permettre de réaliser la synchronisation de scène.

Les périphériques

Un système de *tracking Natural Point* à trois caméras est disponible pour ce système. Il est complété d'un boîtier de synchronisation pour permettre un fonctionnement simultané du tracking optique et de la stéréoscopie active.

Plusieurs constellations (*rigid-body*) peuvent être très aisément créées et configurées via le logiciel *TrackingTools* de Natural Point. Il est ainsi envisageable de développer des applications utilisant plusieurs constellations (tête, mains ou/et props en plexiglass).

Le stylet d'interaction (résultat du projet de recherche part@ge) est également intégré à la base logicielle.

Les applicatifs

Le simulateur de verres d'ESSILOR sera porté sur le workench pour tester et valider les différentes fonctionnalités avant de les livrer au client. Certaines fonctionnalités pourront être implémentées en internes au pôle pour que ce dernier soit aussi force de proposition sur les fonctionnalités supplémentaires à apporter au simulateur.

Des applications dans le cadre de la thèse de Jérôme Ardouin seront développées pour tester et valider des concepts en les faisant évaluer par des tiers.

Des applications reposant sur des API ou moteurs graphiques libres de droit seront développées pour permettre d'avoir une base pédagogique solide pour les cours en 4ème et 5ème année dispensés par les membres du pôle RVSE.

La mobilité

La mobilité est un point clé du dispositif, voulu et imposé dès sa conception. Cela permet de le déplacer pour les cours de réalité virtuelle, pour les journées portes ouvertes ou pour certains salons. Pour cela, le châssis a été conçu en deux parties indépendantes, dimensionnées pour être compatible avec les dimensions standards des portes et ouvertures ainsi que le transport dans des véhicules personnels. Une combinaison logicielle et mécanique adaptée permet de reconfigurer et de calibrer le dispositif très simplement après déploiement.

Projets étudiants

Le pôle RVSE a suivi en 2011 divers PAIR (Projet d'Application Industrielle et de Recherche) dans le domaine de la réalité virtuelle. Ces projets s'intègrent dans la politique R&D du pôle et dans la volonté de la DRDI d'associer au plus tôt les étudiants au monde de la recherche appliquée et le développement industriel.

Projet Présentoir virtuel

Le projet *Virtual ShowCase* (Présentoir Virtuel) a été mené par les élèves ingénieurs (4A) Timothée Au-Duong, Simon Bureau, Florent Coïc et Sébastien Hamon, sous la direction de Marc Le Renard. Il s'agit de la version 2 du projet.

Cette version (déposée à l'INPI sous enveloppe Soleau, catégorie *Dessins & modèles*) reprend le principe du premier présentoir virtuel : présenter dans un environnement contraint une série d'objets virtuels ou de maquettes 3D et permettre à l'utilisateur de les visualiser à la manière d'un présentoir ou d'une vitrine tout en y ajoutant une notion d'interactivité. La technologie de tracking (capture de mouvement) utilisée a évolué pour utiliser un système robuste à base de périphérique de jeu vidéo. Ce périphérique (*iGametrack*) initialement prévu pour un jeu de golf sur *Playstation 2* a été interfacé pour qu'il soit vu par l'application gérant le présentoir

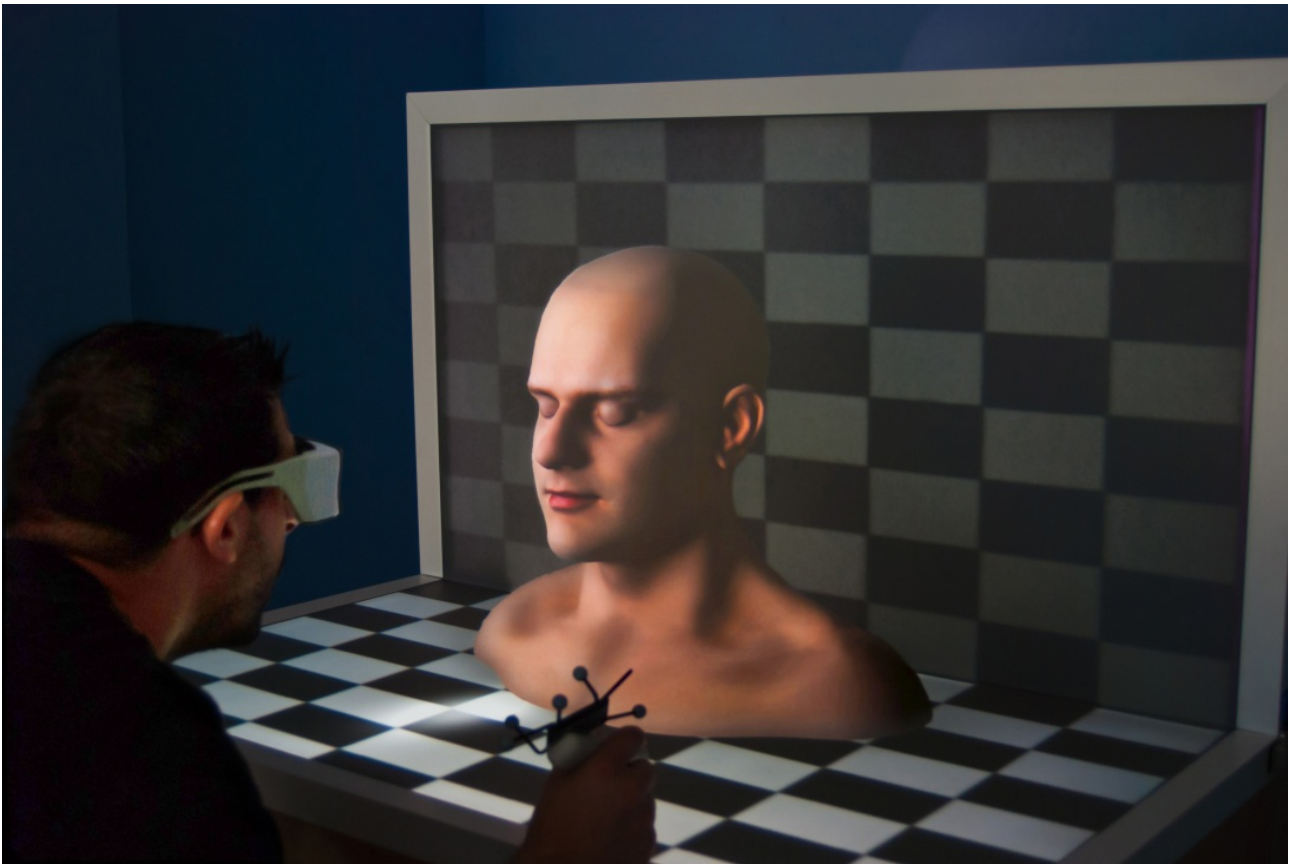


FIGURE 39 – Démonstration technique présentée à Laval Virtual 2011 (*deferred shading + ssao*)



comme un système de tracking « classique » afin de calculer le mouvement de la tête et de la main de façon relativement précise pour un coût des plus modique (environ 15 euros). Ce système est très facile à mettre en place, ne nécessite qu'un calibrage initial et permet de capter deux marqueurs 3 DoF (3 degrés de liberté en position). Ce système de tracking est idéal pour

exposer le présentoir sur des salons et des expositions itinérantes. Le logiciel utilisé pour afficher les objets virtuels permet d'utiliser n'importe quel type de tracking, il est donc possible d'utiliser des systèmes professionnels pour avoir une plus grande précision. De tels systèmes (disponibles au sein du pôle RVSE) ont été testés sur le présentoir.

La technologie de projection a aussi beaucoup évolué, celle-ci étant maintenant réalisée sur une surface hémisphérique et par un vidéoprojecteur DLP-3D permettant l'utilisation de lunettes stéréoscopiques actives. La projection sur la surface courbe a demandé une étude complète de la conception du présentoir à la programmation de la carte graphique pour calibrer le système et déformer l'image de manière à adapter la déformation et le rendu en fonction de la position de la tête de l'utilisateur par rapport à la surface de projection. Il est à noter que la surface de projection nous a été fournie par la société RBL plastiques. Ce présentoir est



toujours en évolution au sein du pôle et la technologie précédemment utilisée pour réaliser le rendu des objets 3D a été abandonnée en fin d'année 2011 au profit d'une application conçue entièrement au sein du pôle en collaboration avec des étudiants de 5ème année. L'application est donc complètement maîtrisée et permet de faire travailler les étudiants sur des notions de programmation très proches du hardware des machines actuelles (programmation OpenGL avec *shaders GLSL*, notion de tracking avec VRPN, notion de stéréoscopie quadbuffer...).

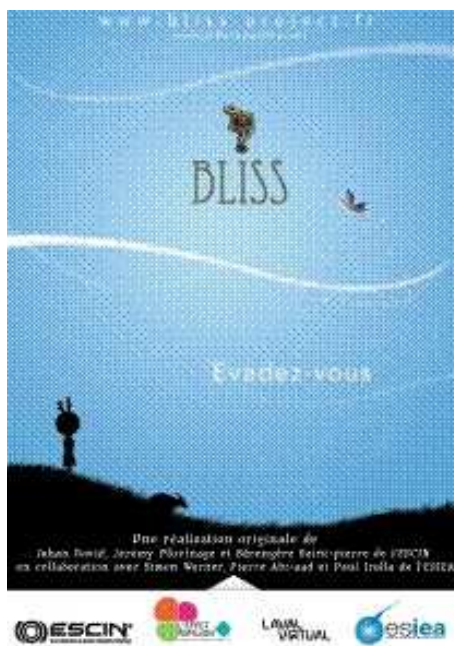
La version 2 du présentoir virtuel a été présentée cette année à Laval Virtual et a remporté la compétition *Virtual Fantasy*. De nombreuses améliorations seront apportées à ce système au cours l'année 2012.

Projet *Bliss*

Le projet Bliss a été proposé par Mélanie Péron dans le cadre de la création de son entreprise *L'Effet Papillon*. Ce projet a été réalisé par Pierre Abi-Aad, Simon Werner, Paul Irolla (4A), sous la direction de Marc Le Renard, en collaboration avec l'ESCIN (école de création numérique à Laval) et visait à réaliser le premier prototype d'une application spécifique au milieu hospitalier. Cette application s'adresse initialement à des personnes hospitalisées de longue durée pour créer un lien social mais permettra aussi à des personnels hospitaliers de communiquer dans un autre contexte avec leurs patients. L'utilisation d'un moteur 3D multi-joueurs, de l'interface *Microsoft Kinect* et d'une télévision 3D permet de proposer une application innovante et répondant aux contraintes des hopitaux (pas de radiofréquence, peu de fils autour du patient pour une potentielle intervention d'urgence...).

Le patient est immergé dans un monde onirique qu'il partage avec sa famille, ses amis ou le personnel hospitalier. Chaque personne est représentée par un avatar (papillon). Les participants peuvent interagir avec le monde virtuel de façon collaborative et les modifications ainsi effectuées sont persistantes : lorsqu'une personne reviendra dans le monde virtuel elle le retrouvera dans l'état où elle l'a laissé.

L'application a été présentée sur Laval Virtual et dans divers salons et a remporté un grand succès (voir la revue de presse sur http://www.bliss-project.fr/revue_de_presse_bliss_LV.pdf). Site du projet http://leffetpapillon.net/realite_virtuelle/bliss.php.



Projet *Feel the Force*

Ce projet a été mené par Laure Patarin, François Pollet, Mathieu le Goc et Clément Riant (4A), sous la direction de Franck Crison.

Feel the force est une application interactive stéréoscopique combinant un système de tracking de tête et de mains avec un périphérique à retour d'effort filaire développé dans le cadre de ce projet. L'utilisateur, équipé de lunettes stéréoscopiques, est immergé dans un monde 3D interactif à l'échelle 1. Lorsque ses mains viennent en contact avec un objet virtuel, le périphérique retourne des sensations physiques de collisions : il est donc possible de pousser ou saisir un objet virtuel. Le périphérique a été entièrement conçu lors de ce projet. Il a nécessité des études mécaniques et électroniques ainsi que la mise au point d'asservissements dédiés. L'élément de base du périphérique est un système électronique, retournant une force à l'utilisateur par l'intermédiaire d'un moteur et d'une liaison filaire. Ce dispositif communique en temps réel avec un ordinateur qui intègre l'utilisateur dans l'environnement virtuel et gère l'ensemble des forces à retourner. La modularité du dispositif développé en fait un système évolutif. Présenté pendant le salon Laval Virtual 2011, le démonstrateur était constitué uniquement de deux éléments. Il dispose maintenant de quatre fils : deux pour chaque main. L'utilisateur peut ainsi pousser et saisir un objet. Le système peut être déplacé : l'ensemble du système étant fixé sur une structure aluminium. Vidéo sur <http://www.youtube.com/watch?v=FcU7YN9UJR0>

Projet XL présentoir virtuel en OpenGL

Ce projet a été mené par Florent Coïc (projet XL en 5A) sous la direction de Marc Le Renard.

Le présentoir virtuel utilisait un middleware (*3DVia Virtools*) pour réaliser le rendu et la déformation pour projeter les objets 3D sur la surface hémisphérique. Pour des questions de commodité, il était indispensable d'être propriétaire du code utilisé pour réaliser cet affichage. Il a donc été établi qu'un étudiant de 5ème année serait en charge du portage de l'application sur une base réalisée entièrement au sein du pôle RVSE et utilisant l'API OpenGL. Le développement est en cours et quasiment finalisé. Il sera packagé pour mi-janvier 2012 et devrait permettre d'optimiser les performances de l'application en n'implémentant que les fonctionnalités nécessaires.

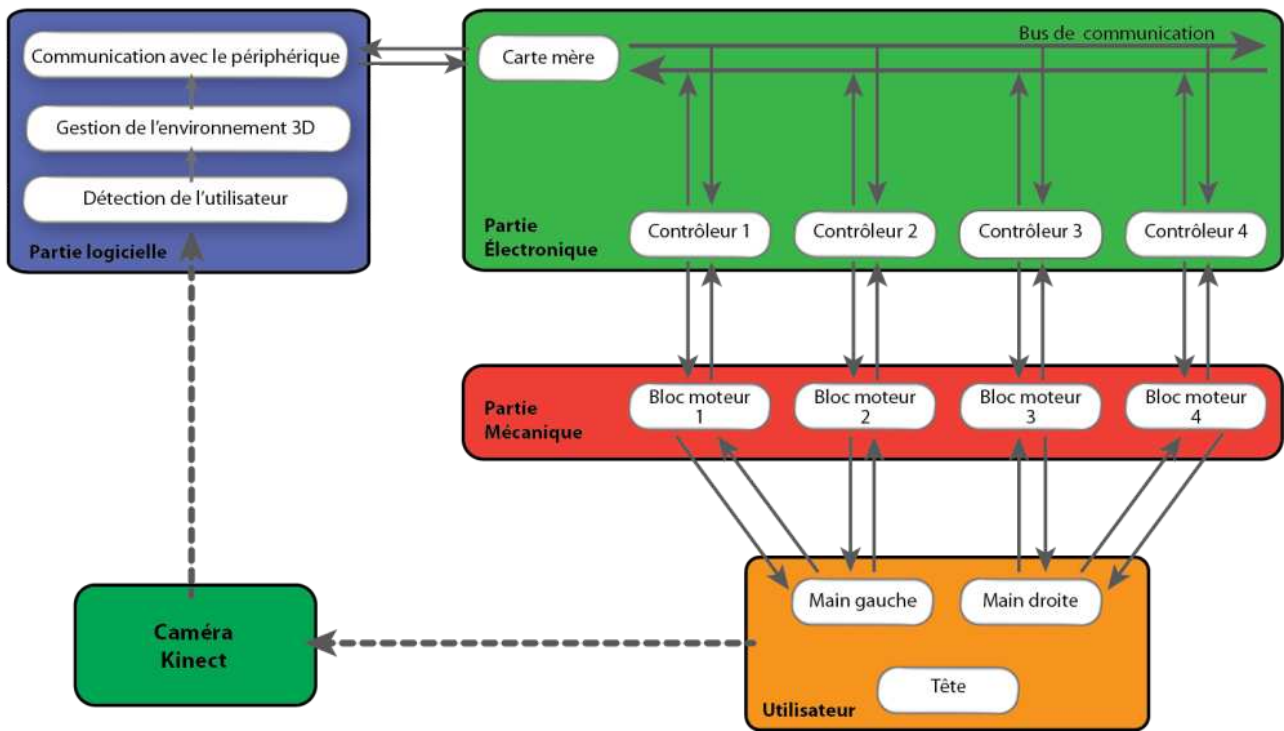


FIGURE 40 – Schéma de principe de l'application

Projet XL workbench/MiddleVR

Ce projet a été mené par Simon Werner (projet XL en 5A) sous la direction de Marc Le Renard.

Le workbench du pôle RVSE a été présenté à Laval Virtual cette année mais avec une seule application relativement limitée au niveau des interactions. Il a donc été décidé de proposer à des étudiants de développer de nouvelles applications pour présenter plus de modalités d'interaction sur ce système.

L'idée de départ était de présenter un objet CAO et permettre de manipuler cet objet pour le visualiser sous tous les angles. Cette manipulation se fera grâce à un *iPad* qui servira d'interface de contrôle. L'*iPad* permettra ainsi de sélectionner la vue et ensuite d'avoir des renseignements sur les objets que l'on pourra sélectionner via l'écran tactile de la tablette d'*Apple*.

Pour implémenter ces interactions nous avons choisi d'utiliser le moteur de jeu vidéo *Unity 3D*. Celui-ci étant multi-plateformes, il permet d'avoir un projet identique pour *iPad* et pour PC. De plus, le module multi-joueurs permet de réaliser la synchronisation entre le cluster de PC du workbench et l'*iPad*. Le rendu sur le workbench nécessite de prendre en compte la configuration des écrans et la position de la tête de l'utilisateur, pour ce faire nous utilisons *MiddleVR* qui permet de développer extrêmement rapidement des applications de réalité virtuelle avec *Unity 3D*.

Cette application en cours de finalisation et sera présentée à Laval Virtual 2012 sur le stand de l'ESIEA pour illustrer les différentes interactions que l'on peut imaginer entre systèmes (tablette et système immersif). Cette présentation sera faite en partenariat avec Sébastien Kuntz (*MiddleVR*). Une application ludique dérivée de celle-ci est envisagée pour la présentation au grand public lors de cette manifestation.

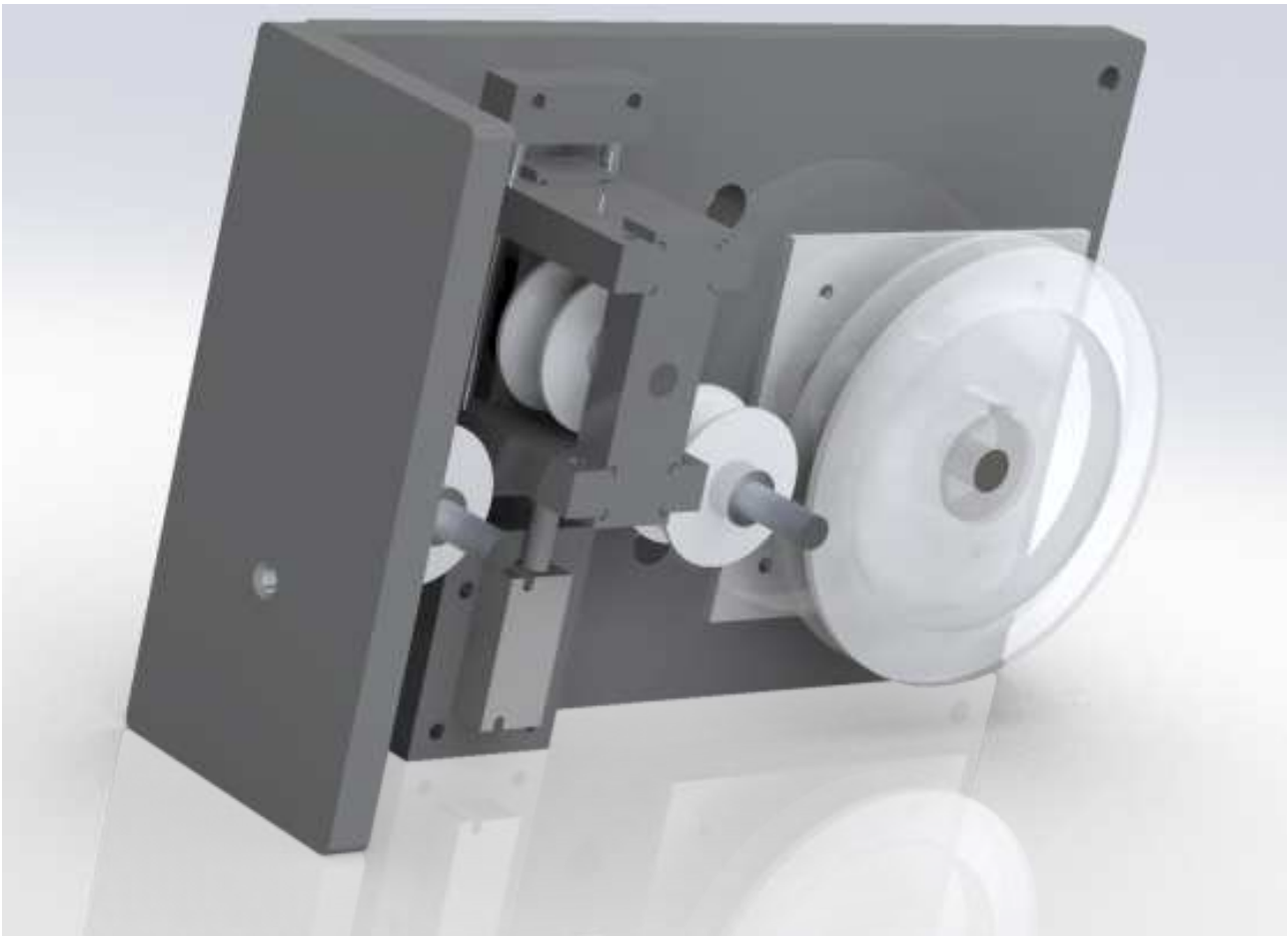


FIGURE 41 – Partie mécanique du périphérique

Projet XL périphériques de réalité virtuelle

Ce projet a été mené par Mathieu Le Goc (projet XL en 5A) sous la direction de Franck Crison.

L'utilisation de dispositifs d'affichage immersifs nécessite des périphériques d'interaction dédiés et adaptés. Ce projet constitue le point de départ de l'étude et du développement de briques matérielles et logicielles utilisables pour des applications de réalité virtuelle.

De taille et de poids réduits, différentes solutions sont étudiées pour proposer de nouvelles solutions intégrées utilisables avec des dispositifs de grandes tailles et avec des écrans de dimensions plus réduites comme des workbenches par exemple. Le retour d'informations vers l'utilisateur est aussi pris en compte : certains dispositifs pourront aussi intégrer un retour de type vibrotactile par exemple.

Pôle Sécurité de l'Information et des Systèmes (SI&S)

Présentation du Pôle SI&S

Le Pôle « Sécurité de l'Information & des Systèmes » (SI&S) a été créé en 2004, conjointement au Mastère Spécialisé SI&S. Le Pôle SI&S a un domaine de compétences qui s'étend à toutes les thématiques qui concernent la sécurité de l'information du point de vue technique. Son équipe est très impliquée dans gestion et la formation du *Mastère Spécialisé Sécurité de l'Information et des Systèmes* (SI&S) (<http://www.esiea.fr/sis>) créé en 2004 à l'ESIEA Paris. Elle participe également à la formation du Mastère Spécialisé International *Network & Information Security* (N&IS, cours en anglais) à Laval (<https://sites.google.com/site/esieanismaster/>).

La vocation du Pôle SI&S, outre la recherche, est de participer activement au transfert de technologies en direction des entreprises et des organisations publiques (administrations, défense...) 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 SI&S concerne aussi bien les aspects théoriques que pratiques et opérationnels de la sécurité de l'information.

Les principaux axes de compétences et de recherche sont :

- La cryptographie asymétrique et la cryptanalyse des primitives de cryptographie asymétrique.
- L'analyse de malwares et la virologie (et leurs algorithmes) en liaison avec le laboratoire de cryptologie et de virologie opérationnelles ($C + V$)⁰ de Laval.
- Les technologies RFID et cartes à puce.
- L'analyse de code du point de vue de la sécurité.
- Les aspects algorithmiques de la sécurité.

L'École, depuis sa création, a toujours complété sa formation technique de haut niveau par une formation humaine dédiée à la fertilisation des qualités positives de ses étudiants comme la solidarité, la curiosité ou la créativité, par exemple.

Enfin, comme les autres Pôles ou laboratoire de l'ESIEA, le Pôle SI&S s'ouvre très tôt dans la formation aux étudiants curieux et volontaires. Le Pôle SI&S met en avant la formation par la recherche. En effet, les formations de l'ESIEA (Diplôme d'Ingénieur et Mastères Spécialisés) 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 Pôle SI&S, l'émulation générée par les enjeux permet d'envisager de nombreuses innovations pédagogiques.

Thèmes de recherche

Les principaux axes de recherche et de compétence de l'équipe SI&S concernent la sécurité *du code au réseau*, qui est LA devise des Mastères Spécialisés SI&S et N&IS. Les principaux thèmes de recherche du Pôle SI&S sont :

- Formalisation et étude des techniques de développement de malwares. 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. Cette thématique de recherche se fait en collaboration avec le Pôle Virologie et Cryptologie Opérationnelles ($V + C$)^O. L'équipe SI&S s'intéresse tout particulièrement à *l'analyse automatique de malwares*, par exemple, en utilisant la notion de distance d'information. 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.
- 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*).
- Les fonctions de hachage de type géométrique (nouveau thème démarré en 2010, premier rapport de recherche en cours de rédaction).
- 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 ».
- 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'une attaque qui reproduirait ce phénomène.

Composition du Pôle SI&S

- Responsable du Pôle SI&S

Robert Erra (Ph D).
Email : erra@esiea.fr

Tél : +33(0)1 55 43 23 02

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

- Adjoint du Pôle SI&S

Vincent Guyot (Ing. - Ph D)

Email : guyot@esiea.fr

Tél : +33(0)1 55 43 23 26

Sécurité cartes à puce, sécurité RFID, sécurité système.
sécurité réseau.

- Ingénieur

Benjamin Caillat (Ing. - Doctorant)

Email : caillat@esiea.fr

Virologie, sécurité réseau et systèmes.

[Benjamin Caillat a rejoint UCSB en avril 2011

(Université de Santa Barbara en Californie, Laboratoire du Pr. C. KRUEGEL).]

- Espoir Recherche du Pôle SI&S

Renan Darcel (Étudiant). Email : darcel@et.esiea.fr

Pierre Payet (Étudiant). Email : payet@et.esiea.fr

Stages et thèses préparés au Pôle SI&S

Thèses co-encadrées

- Robert Erra est co-encadrant de la thèse de doctorat de Mickaël François (directeur de thèse : Thomas Groses, Université de Technologie de Troyes). Titre de la thèse : *Générateur de clés de chiffrement sur des systèmes exotiques : étude et optimisation de l'entropie des clés*. Soutenance prévue fin 2012.

Publications du Pôle SI&S

Ouvrages ou chapitres d'ouvrages

- Vincent GUYOT. Chapitre d'ouvrage en Anglais, *EPCglobal network*, titre de l'ouvrage **RFID and the Internet of Things**, (chapitre 6). Édité par Hervé Chabanne (Morpho), Pascal Urien (Telecom ParisTech) et Jean-Ferdinand Susini (CNAM), ISTE Ltd and John Wiley & Sons Inc., avril 2011.

Revue nationale sans comité de lecture

- Vincent Guyot, *FreeSwitch, ou l'autre Asterisk*, GNU/Linux Magazine France Hors-série numéro 142, pp. 22–324, Éditions DIAMOND, octobre 2011.

Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- Robert Erra, Renan Darcel, Pierre Payet. *A Graph Matching Algorithm for Binary Malware Analysis via Normalized Compression Distance between Functions*, EICAR 2011 (Krems-Am-Danau, Autriche), <http://eicar.org/98-0-Papers.html>
- Robert Erra. Poster *Malicious Flash Crack Attack by Quote Stuffing (This is the Way the Financial World Could End)*, (poster), ECIW 2011 (Tallinn, Estonie). <http://www.academic-conferences.org/eciw/eciw2011/eciw11-timetable.htm>

Conférences internationales avec comité de sélection sans actes

- Robert ERRA. *A Bezoutian algorithm for Egyptian Fraction*. Joint Mathematics Meetings, New Orleans, janvier 2011, http://jointmathematicsmeetings.org/meetings/national/jmm/2125_program_sunday.html. Résumé (1067-11-2326) publié dans le Volume 32, Issue 1 of Abstracts of papers presented to the American Mathematical Society.

Conférences Nationales sans comité de sélection et sans actes

- Robert ERRA. *Sur une nouvelle forme d'attaque des places financières*, 16-18 Novembre DNAC 2011, Paris, <http://www-phare.lip6.fr/dnac/dnac2011/index.php?page=program>
- Robert ERRA. *Comment attaquer une place de Bourse en 30 minutes et comment se protéger ?*, 26-27 mai 2011i, RSSIL 2011, Maubeuges, <http://www.rssil.org/conferences>
- Robert ERRA. *The Malicious Flash Crash Attacks ou pourquoi il faudra peut-être ralentir les transactions électroniques*, 8 Juin 2011, Forum ATHENA-EUROLINK 2011, Paris, <http://www.forumatena.org/files/8juin2011/Robert-Erra.pdf>

Activités scientifiques diverses

Organisation de conférences

Le Pôle SI&S a participé à l'organisation des conférences suivantes (nationales et internationales) :

- Robert Erra. Comité de Programme de ECIW 2011, Juillet 7-8, Tallinn, Estonie, <http://www.academic-conferences.org/eciw/eciw2011/eciw11-committee.htm>
- Robert Erra. Comité de Programme de la Conférence SARSSI 2011, La Rochelle, France, <http://www.hds.utc.fr/sarssi2011/?lang=fr>
- Robert Erra. Comité Technique de la Conférence ICWMCN 2011, Octobre 24-25, 2011 - Paris, France, <http://sites.google.com/site/agoraplaceorg/conferences/>
- Vincent Guyot. Comité de Programme de la Conférence SARSSI 2011, La Rochelle, France, <http://www.hds.utc.fr/sarssi2011/?lang=fr>

- Vincent Guyot. Comité d'organisation du Congrès DNAC 2011, Paris, France, novembre 2011, <http://www.dnac.org/Dnac11/>
- Vincent Guyot. Technical Program Chair, Conférence AHICI 2011 à Katmandou, 4-6 Novembre 2011.
- Vincent Guyot. Comité de Programme de la Conférence IEEE AICT 2011 Bakou, Azerbaïdjan, 12-14 octobre 2011.
- Vincent Guyot. General Chair Conference, IEEE WOCN 2011, ESIEA Paris, 24-26 Mai 2011. Vincent GUYOT est le co-éditeur des proceedings de WOCN2011, IEEE Catalog Number : CFP11604-CDR, ISBN : 978-1-4577-0260-0
- Vincent Guyot. Comité Technique de la Conférence ICSNA 2011, 24-25 Octobre 2011 - Paris, France.
- Vincent Guyot. Comité Technique de la Conférence ICWMCN 2011, 24-25 Octobre, 2011 - Paris, France.
- Vincent Guyot. Comité Technique de la Conférence ICNFI 2011, 5-8 Avril 2011 - Paris, France, <http://sites.google.com/site/agoraplaceorg/conferences/>.
- Vincent Guyot. Expertise ANR.

Invitation de conférences à l'ESIEA

Le Pôle SI&S a invité les conférences suivantes (nationales et internationales) dans ses locaux de ESIEA Paris :

- Honeynet Project : 21 mars 2011, Security Workshop, ESIEA Paris.
- HES 2011 : 7-9 avril 2011, <http://2011.hackitoergosum.org/>.
- CSSS 2011 : 5-8 avril 2011, ESIEA Paris.
- ICNFI 2011 : 5-8 avril 2011, ESIEA Paris.
- IEEE WOCN 2011 : 24-26 mai 2011, ESIEA Paris.
- ICWMCN 2011 : 24-25 octobre 2011, ESIEA Paris.
- DNAC 2011 : 15-17 novembre 2011, <http://www.dnac.org/Dnac11/>, ESIEA Paris.
- Paris Android User Group : 6 décembre 2011.
- Paris Java User Group : 13 décembre 2011.
- Les Voeux de l'internet : 27 Janvier 2011.

Par ailleurs, Robert Erra et Vincent Guyot ont tous deux été en 2011 relecteurs de diverses revues :

- Robert Erra : *Security and Computers*.
- Vincent Guyot : *GNU/Linux Magazine France, MISC*.

Cours extérieurs et conférences pédagogiques

- Robert Erra. Conférence à l'ENPC en septembre 2011 : *Sécurité de l'Information*, Master Économie.

- Robert Erra. Conférence à Telecoms Paritech en octobre 2011 : *Sécurité de l'Information*.
- Vincent Guyot. « Les cartes à puce » ; IPB - Institut Polytechnique de Bordeaux (ex EN-SEIRB), <http://www.ipb.fr/>, Bordeaux, France.
- Vincent Guyot. « Les cartes à puce » ; Télécom & Management SudParis (ex INT), <http://www.it-sudparis.eu/>, Evry, France.
- Vincent Guyot. « Les cartes à puce » ; UPEC - Université Paris-Est Créteil (ex Université Paris 12), <http://www.u-pec.fr/>, Créteil, France.

Le Pôle SI&S dans la presse

- Vincent Guyot : Avis d'expert donné dans le dossier *Comment on nous espionne*, Science et Vie Junior, Octobre 2011.
- Robert Erra et Vincent Guyot : Préparation d'une Interview filmée sur les arnaques au téléphones (dites *Ping Call*). Magazine *Envoyé Spécial*, (diffusée en avril 2011 sur France 2).
- Robert Erra : Interview sur les *algorithmes d'analyse de sentiments* pour les *Inrockuptibles*, (Interview en décembre 2011).
- Vincent Guyot : Avis d'expert donné sur *Sony piraté...trois fois de plus*, <http://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/20110524.0BS3828/sony-pirate-trois-fois-de-plus.html>
- Vincent Guyot : Avis d'expert donné sur *Sony : les zones d'ombre du piratage de la PS3*, <http://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/20110519.0BS3505/sony-les-zones-d-ombre-du-piratage-de-la-ps3.html>

Contrats et transferts technologiques 2010

- Robert Erra. Expertise d'une application Fortran, ce travail, commencé en 2010 et terminé en 2011, est encore confidentiel car réalisé dans le cadre d'une action judiciaire toujours en cours, liée à un problème de propriété industrielle. Montant total : 4 650 euros.

Concours

- Robert Erra a été le *coach* des étudiants Xavier Hallade et Olivier Gonthier (Nom de code de l'équipe : *ph0b+r0ly*) pour le concours **Acceler8 2011** organisé par Intel. Les étudiants ont été classés 2ème ex-aequo, sur plus de 400 équipes au départ, le sujet était l'écriture, la parallélisation et l'optimisation d'un algorithme/programme pour le *2D Maximum Subarray Problem* sur une machine Intel à 40 coeurs et 256 Go de RAM. Site officiel <http://software.intel.com/fr-fr/articles/winnersAcceler8/>

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

Présentation du laboratoire

Le laboratoire de cryptologie et de virologie opérationnelles 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/>

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 :

1. 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).
2. 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).
3. Virologie informatique :
 - (a) Caractérisation formelle des techniques virales (connues et inconnues).
 - (b) Étude et conception de nouvelles technologies virales.
 - (c) Formalisation et conception de techniques antivirales.
 - (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.
4. 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.

Composition du laboratoire

- Directeur du laboratoire

Eric Filiol (Ing. - Ph D - HDR).

Email : `filiol@esiea.fr`

Site web : `http://sites.google.com/site/ericfiliol/`

Blog : `http://cvo-lab.blogspot.com/`

Tél : +33(0)2 43 59 46 09

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

- Adjoint du laboratoire

Sébastien Josse (Ph D).

Email : `josse@esiea-ouest.fr`

Cryptographie, virologie, analyse de malware.

- Officier de sécurité

Laurence Filiol.

Email : `laurence.filiol@esiea-ouest.fr`

- Ingénieurs de recherche

- Jonathan Dechaux Email : `dechaux@esiea-ouest.fr`

Sécurité des applications - Programmation et développement sécurisés.

- Olivier Ferrand

Email : `olivier.ferrand@esiea-ouest.fr`

Programmation sécurisée, sécurité système antivirale.

- Doctorants

- Adrien Derock

Email : `derock@esiea-ouest.fr`

Virologie, sûreté de fonctionnement.

- Anthony Desnos

Email : `desnos@esiea.fr`

Programmation, virologie informatique, reverse engineering.

- Nicolas Bodin

Email : `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.
- Geoffroy Gueguen (Ms Sc.)
Email : `gueguen@esiea-ouest.fr`
Virologie informatique, grammaires formelles.
- 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, analyse hardware (JTAG)
 - Alan Zacardelle (Ing.)
Email : `zacardelle@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 (2A/3A).
Email : `baptiste.david@et.esiea-ouest.fr`
Virologie, cryptographie, algorithmique.
 - Hamon Valentin (3A).
Email : `valentin.hamon@et.esiea-ouest.fr`
Virologie, algorithmique.
 - Larget Dorian (3A).
Email : `dorian.larget@et.esiea-ouest.fr`
Virologie, algorithmique.
 - Scherrer Thibaut (3A).
Email : `thibaut.scherrer@et.esiea-ouest.fr`
Virologie, algorithmique.

- Jean-Paul Fizaine (5A) (en formation master double diplôme à l’université de Plymouth, Angleterre).
Email : `fizaine@esiea-ouest.fr`
Virologie.

Thèses et stages

Thèses soutenues en 2011

- Thèse de Jean-Marie Borello, (en co-direction avec Ludovic Mé, Supélec Bretagne). École doctorale de l’Université de Rennes. *Étude du métamorphisme viral : modélisation, conception et détection*. Cette thèse a été défendue le 1er avril 2011, à Rennes.
Composition du jury : Thomas Jensen (président/INRIA), Guillaume Bonfante (rapporteur/INPL), Jean-Marc Steyaert (rapporteur/École Polytechnique), Marc Dacier (examineur/Symantec USA), Loïc Duflot (examineur/ANSSI), Frédéric Valette (examineur invité/DGA-MI), Éric Filiol (directeur de thèse), Ludovic Mé (co-directeur de thèse).

Thèses en cours

- Thèse d’Adrien Derock. Thèse Ciffre DCNS, (en co-direction avec Pascal Véron, Université de Toulon et du var). École doctorale de l’Université de Toulon et du Var. *Modèles mathématiques de la furtivité - Application aux hyperviseurs prophylactiques*. Cette thèse a débuté en septembre 2006. La soutenance, prévue initialement pour le second semestre 2011, a été repoussée à la mi-2012.
- Thèse de Nicolas Bodin. École doctorale École Polytechnique, Palaiseau. *Formalisation et conception d’un moteur de stéganographie sous environnements PC et Mobiles*. Cette thèse a débuté en octobre 2009, Soutenance prévue en décembre 2012. 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 prévue en décembre 2012.
- Thèse d’Anthony Desnos. *Techniques d’obfuscation dynamique*. École doctorale École Polytechnique, Palaiseau. Cette thèse a débuté en septembre 2010. Soutenance prévue mi-2013.
- Thèse de Michel Dubois. *Etude combinatoire de la mise en équations sur $GF(2)$ des algorithmes de chiffements par bloc*. École doctorale École Polytechnique, Palaiseau. Cette thèse a débuté en septembre 2010. Soutenance prévue en 2013.
- Thèse de Geoffroy Gueguen. *Étude du métamorphisme dans le cadre de la protection logicielle et implémentation d’une chaîne de compilation spécialisée*, (en co-direction avec Ludovic Mé, Supélec Bretagne). Cette thèse a débuté en février 2011. La soutenance est prévue pour fin 2013.

Stages Master - Mastère et Ingénieur 2011

- Oluwaseun Remi-Omosowon (Nigéria). *Security Analysis of the Tor Network*. Stage master spécialisé *Network & Information Security*. Stage de 6 mois.
- Leonard Mutembei (Tanzanie). *Security Analysis of the Tor Network Onion Routers by Fingerprinting and Remote Vulnerabilities Scanning*. Stage master spécialisé *Network & Information Security*. Stage de 6 mois.
- Antoine Rieu. *AES en contexte WBAC : conception et cryptanalyse*. Stage Master 2 CSI (cryptologie et Sécurité Informatique), UFR Mathématiques et Informatique de l'université Bordeaux I. Stage de 6 mois.
- Jonathan Dechaux. *Conception d'outils de pentesting applicatif et implémentation du protocole PERSEUS en mode offline*. Stage de fin d'études ingénieur, ESIEA. Stage de 9 mois.

Séjours Postdoc & Doctorants étrangers

- Dr Bhume Bhumiratana. *Formalization of code mutation techniques with formal grammars*. King Monkut's University of Technology, Bangkok, Thaïlande. Séjour de quatre mois.
- Tom Austin. *Detection of malicious code by means of Hidden Markov Models*. Université of Santa Cruz, Californie, USA. Séjour de quatre mois dans le cadre de sa thèse encadrée par Mark Stamp.

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.
- Éric Filiol. *Réflexions sur les attaques possibles contre un système de votre électronique*. Chapitre du livre *La démocratie dématérialisée : Enjeux du vote électronique*, ouvrage publié sous la direction de Laurence Favier et de Milad Doueïhi, collection Le Genre Humain, éditions du Seuil, ISBN 9-782021-054804, 2011.
- Éric Filiol et Philippe Richard. *Cybercriminalité - Enquêtes sur les mafias qui envahissent le Web*. Réimpression sous licence *Creative Commons By-NC-ND* avec l'autorisation des Éditions Dunond. Disponible en libre téléchargement sur https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=explorer&chrome=true&srcid=0B6BlkqAoxXq1ZDIzZDVjY2QtMjZjNi00ONTNmLTkzNmItMDQ4NDc5YWYwYjdk&hl=en_US
- Éric Filiol. *Operational aspects of Cyberwarfare or Cyber-Terrorist Attacks : What a Truly Devastating Attack Could Do*. Chapitre du livre *Leading Issues in Information Warfare & Security Research Volume 1*, pp. 36–53, Julie Ryan Editor, Academic Publishing International Ltd, ISBN 978-1-908272-08-9, 2011.

- Éric Filiol. *Operational Aspects of a Cyberattack : Intelligence, Planning and Conduct*. Chapitre du livre édité par D. Ventre *Cyberwar and Information Warfare*, ISTE, Wiley, ISBN 978-1-8482-1304-3, 2011.

Revue internationale à comité de lecture

- Abir Awad. A New Chaos-Based Cryptosystem for Secure Transmitted Images. *IEEE Transactions on Computers*, 19 Jan. 2011. IEEE computer Society Digital Library. IEEE Computer Society, <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/TC.2011.16>
- Cécile Duvigneau et Éric Filiol. Bijective differentially 2-uniform functions and Balanced Incomplete Block Design : New Combinatorial Construction. *Pioneer Journal of Advances in Applied Mathematics*. volume 2, issue 1, pp. 21– 38, 2011.
- Anthony Desnos, Éric Filiol et Ivan Lefou. Detecting (and Creating!) A HVM Rootkit (aka BluePill-like). *Journal in Computer Virology*, 7(1), pp. 23–50, 2011.

Revue nationale à comité de lecture

- Michel Dubois. Description algébrique de l'Advanced Encryption Standard. MISC - Le Journal de la Sécurité Informatique, pp. 72–82, numéro 55, mai 2011.
- Éric Filiol. Renseignement, planification et conduite d'une cyberattaque. Dossier *Contrôles et surveillance dans le cyberspace* sous la direction de F. Ocqueteau, *La Documentation Française*, numéro 988, septembre 2011, pp. 69ff.
- Éric Filiol. Cybermenaces, cyberguerres et cyberterrorisme en et contre l'Europe. Dossier *Grande Europe* numéro 34, *La documentation Française*, juillet 2011.
- Éric Filiol et Fabien Jobin. Andromède : bruitez vos échanges bitTorrent grâce à Perseus. *GNU Linux Magazine*, volume 135, pp. 26–31, février 2011.
- Éric Filiol. PERSEUS : protéger des communications avec du bruit. *GNU Linux Magazine*, volume 135, pp. 64–71, février 2011.

Conférences et articles invités (niveau international)

- Éric Filiol. *Tutorial on cryptanalysis (extended version)*. H2HC 2011 Conference, Sao Paulo , Brazil.
- Éric Filiol. Invité du débat *Les nouveaux maîtres du monde* sur Arte Thema, 17 juin 2011.
- Éric Filiol. Participation à la conférence-débat intitulée *Stuxnet : boîte de Pandore ou trait de génie ?*. Stuxnet conférence, Atelier BNP Paribas, 8 mars 2011. Site officiel : <http://nanojv.wordpress.com/2011/02/18/stuxnet-pandoras-box-or-stroke-of-genius/>

Conférences et articles invités (niveau national)

- Michel Dubois. *APT & nouvelles menaces*. Journée des RSSI du groupe Crédit Agricole, Paris, octobre 2011.

- Michel Dubois et Éric Filiol. Journée nationale de l'intelligence économique d'entreprises 2011 *L'entreprise compétitive* (JIEE'2011). Animation de l'atelier 2 *Sécurité économique*, Aix-en-Provence, 13 décembre 2011, <https://docs.google.com/open?id=0B-tKAo-gebYxYWM5ZTA4YzAtMjlmNS00OGU3LThlNGEtZTY0ZjU2NjNlMTRm>
- Éric Filiol. *Sécurité informatique, nouvelles formes d'espionnage : nouveaux outils, nouvelles approches de la guerre informatique*. Conférence pour l'Institut Européen des Sciences Avancées de la Sécurité. Maison de l'Europe, 23 novembre 2011, Paris.
- Éric Filiol. *Cyberguerre, le retard français*. Intervention devant le Club des Vigilants, petit-déjeuner débat, 5 juillet 2011, Paris. L'intervention a été mise en forme et publiée en deux parties : *Cyberguerre, le retard français* sur <http://www.clubdesvigilants.com/archives/2011/09/cyberguerre-le-retard-francais-2/> et *Rompre avec un enseignement trop orthodoxe* sur <http://www.clubdesvigilants.com/archives/2011/09/rompre-avec-un-enseignement-trop-orthodoxe/>
- Éric Filiol. Participation à la *Rencontres des Acteurs Publics*, 4 juillet, conférence 4 sur la Sécurité des Systèmes d'Information, Maison de la Chimie, Paris. 4ème édition des Rencontres des Acteurs Publics placée sous le haut patronage de Monsieur Nicolas Sarkozy, Président de la République, et Monsieur François Baroin, ministre du Budget, des Comptes Publics, de la Fonction publique et de la Réforme de l'État. La vidéo de la conférence est sur le site <http://wegf.org/fr/2011/07/conference-%E2%80%999Csecurite-des-systemes-d%E2%80%999Finformation%E2%80%999D/>
- Éric Filiol. *La cécité des décideurs*. Article invité pour le blog des Échos, <http://blogs.lesechos.fr/intelligence-economique/la-cecite-des-decideurs-a5844.html>
- Éric Filiol. *Paroles de Hacker*. Article invité pour le blog des Échos, <http://blogs.lesechos.fr/intelligence-economique/paroles-de-hacker-a5543.html>
- Éric Filiol (avec Daniel ventre). Émission « 3D » de Stéphane Paoli sur le thème de la Cyberguerre, France Inter, 6 mars 2011, 13 :30 - 14 :00 en direct du Théâtre du Rond-Point.
- Éric Filiol. *Cybermenaces, état de la menace et prospective*. 69ème séminaire « Jeunes » de l'IHEDN, 25 février 2011, Centre International de Séjours, Paris.
- Éric Filiol. *Vers, virus et autres maladies informatiquement transmissibles. État de la menace et perspectives*. Institut National des Hautes Études de la Sécurité et de la Justice, Cycle « Sécurité Numérique », École Militaire, 21 février 2011, Paris.
- Éric Filiol. *Sécurité informatique et intelligence économique : comment cibler une entreprise. Les techniques de déstabilisation et d'attaque informatique*. Conférence débat devant le Lions Club de Laval, 10 février 2011, Laval.

Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- Anthony Desnos et Geoffroy Gueguen. *Android Malware : Is it a Dream ?*. In : Proceedings of the 20th EICAR conference, pp. 13–26, Krems, Austria, May 2011.

- Anthony Desnos et Geoffroy Gueguen. *A Mobile and Quick Terrorism*. In : Proceedings of the 10th ECIW conference, July 2011, Tallinn, Estonia, pp. 291–297, Academic Publishing Ltd, ISBN 978-1-908272-07-2.
- Michel Dubois et Éric Filiol. *Proposal of a New Equation System Modelling for Block Ciphers*. Second IMA Conference on Mathematics in Defence, 20 octobre 2011, Defence Academy Shrivenham, UK, ISBN 978-0-905091-29-7, IMA Press 2011.
- Jean-Marie Borello, Éric Filiol et Ludovic Mé. *Détection dynamique de codes malveillants par mesure de similarité comportementale*. SARSSI 2011. La Rochelle, 18-21 mai 2011.
- Éric Filiol et Sébastien Josse. *Malware Spectral Analysis : Security Evaluation of Bayesian Network*. In : Proceedings of the 20th EICAR conference, pp. 27–48, Krems, Austria, May 2011.
- Éric Filiol et Alan Zaccardelle. *Magic Lantern... reloaded/Antiviral Psychosis McAfee Case*. In : Proceedings of the 20th EICAR conference, pp. 143–164, Krems, Austria, May 2011.
- Jonathan Dechaux, Éric Filiol et Jean-Paul Fizaine. *Perverting Emails : a New Dimension in Internet (in)Security*. In : Proceedings of the 10th ECIW conference, July 2011, Tallinn, Estonia, pp. 106–112, Academic Publishing Ltd, ISBN 978-1-908272-07-2.
- Éric Filiol. *The Computer Security of Public/open Computer Spaces : Feedback of a Field Study in Europe*. In : Proceedings of the 10th ECIW conference, July 2011, Tallinn, Estonia, pp. 91–105, Academic Publishing Ltd, ISBN 978-1-908272-07-2.
- Geoffroy Gueguen. *Van Wijngaarden Grammars and Metamorphism*. In : Proceedings of the 6th International Workshop on Frontiers in Availability, Reliability and Security (FARES 2011), 22-26 août 2011, Vienne, Autriche. IEEE 2011, ISBN 978-1-4577-0979-1, pp. 466–472, <http://www.ares-conference.eu/ares2011/www.ares-conference.eu/conf/indexd213.html>

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.

- Baptiste David. *How to Make your Home Botnet*. 2011 International Malware conference (Malcon'2011), Mumbai, Inde, décembre 2011. Vidéo de la conférence sur <http://www.youtube.com/watch?v=7gTSJUtpx48>
- Eddy Deligne et Olivier Ferrand. *ArDrone Corruption*. Hack.lu 2011, 19-21 septembre 2011, Luxembourg.
- Anthony Desnos et Geoffroy Gueguen. *Analyzing Android Applications*, Congreso Seguridad en Cómputo 2011, Mexico City, Mexique, 18–25 novembre 2011, <http://congreso.seguridad.unam.mx/2011/conferencias/programa.dsc>
- Anthony Desnos et Geoffroy Gueguen. *Android : From Reversing to Decompilation*. Black

Hat Abu Dhabi 2011, 12–13 décembre 2011, Abu Dhabi, <https://www.blackhat.com/html/bh-ad-11/bh-ad-11-briefings.html#Desnos>

- Éric Filiol, Leonard Mutembei & Oluwaseun Remi-Omosowon. *Dynamic Cryptographic Trapdoors to take over the TOR Network (version II)*. 28C3, Berlin, Germany, 27-31 décembre, 2011.
- Éric Filiol, Leonard Mutembei & Oluwaseun Remi-Omosowon. *Dynamic Cryptographic Trapdoors to take over the TOR Network* PacSec 2011, Tokyo, Japan, 9-10 novembre 2011.
- Éric Filiol, Leonard Mutembei & Oluwaseun Remi-Omosowon. *Dynamic Cryptographic Trapdoors - The Tor Attack*. H2HC 2011, Sao Paulo, Brazil, 29-30 octobre 2011.
- Éric Filiol. *Dynamic Cryptographic Trapdoors*. CanSecWest 2011, Vancouver, 9 février 2011.
- Jonathan Dechaux et Éric Filiol. *Microsoft Office vs Libre Office : Security comparison regarding viral attacks*. LibreOffice Conference 2011, Paris, 12-15 octobre.
- Éric Filiol. *Perseus Library : Issue of an Alternative to Encryption*. 12th RMLL, Strasbourg, July 2011.

Conférences nationales avec comité de sélection sans actes

- Baptiste David. *Identification d'équations différentielles en Perl*. Journées Perl 2011, 24 et 25 juin 2011, Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris, <http://journeesperl.fr/fpw2011/talks>
- Éric Filiol. *Dynamic Cryptographic Backdoors*. RSSIL'2011, 28 mai 2011, Maubeuge. Vidéo disponible sur <http://www.rssil.org/docs/confs/>
- Anthony Desnos & Geoffroy Gueguen. *Android Malwares : is it a dream ?*. RSSIL'2011, 28 mai 2011, Maubeuge. Vidéo disponible sur <http://www.rssil.org/docs/confs/>

Articles en *Open Access*

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

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

- Éric Filiol. *Eric Filiol. Voting Machine Attack*. Disponible sur <http://cvo-lab.blogspot.com/2011/03/voting-machine-attack.html>

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

Pour l'année 2011 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 2011, ce sont plus de 1 000 « points presse » pour le laboratoire. Les principaux sont :

- Site ItExpresso. (<http://www.itespresso.fr/une-ecole-francaise-d-ingenieurs-cree-une-base-open-source-de-signatures-de-virus-android-47205.html>)
- Site Owni. <http://owni.fr/2011/03/07/bercy-la-piste-de-laltermondialisme-numerique/>
- *Magic Lantern : Shining a light on the AV numbers game ?*. SC Magazine <http://www.scmagazine.com/magic-lantern-shining-a-light-on-the-av-numbers-game/article/202642/>
- Europe 1 <http://www.europe1.fr/International/Gare-aux-virus-sur-les-smartphones-851719/>
- *Gare aux attaques virales sur les smartphones*. Journal Le Monde, 7 décembre 2011.
- Le Journal du Net. <http://www.journaldunet.com/solutions/securite/eric-filiol-faille-dans-le-chiffrement-et-dans-le-reseau-tor.shtml>
- RFI. Emission du 10 octobre 2011 (Attaques vers les drones américains utilisés en Afghanistan).
- 01Net. <http://pro.01net.com/editorial/544024/des-chercheurs-francais-casse-nt-le-reseau-danonymisation-tor/>
- 01Net. <http://pro.01net.com/editorial/542962/cyberguerre-le-retard-francais-partie-1-le-constat/>
- Slate.fr <http://www.slate.fr/story/45521/espionnage-areva-complot-hacker-stuxnet>

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 Radio Prun', Chronic'Art, Sciences & Vie Juniors, Slate.fr, Journal Le Parisien, Stéphane Bellec, Olivier Hertel, Solange Belkhat-Fuchs et CNIS Mag, Le Courrier de la Mayenne, Ouest France, 01 Informatique, GlobalSecurityMag, Programmez.com, mar-secur.com, generation-nt.com, echosdunet.net, journaldunet.com, lemagit.fr, silicon.fr, zd-net.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 2011 a vu la poursuite des projets initiés en 2010 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 2010 ayant évolué en 2011 sont mentionnés ici.

- Anthony Desnos et Geoffroy Gueguen. *Androguard : Manipulation and protection of Android apps and more...*, <http://code.google.com/p/androguard/>. Voir aussi le blog <http://androguard.blogspot.com/>. Ce projet s'est enrichi de nouvelles techniques et outils (en particulier, le décompilateur Java DaD écrit par Geoffroy Gueguen. Voir aussi <http://www.youtube.com/watch?v=nbVfi5ejlWw>
- 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 2011 : mise à jour pour les versions 0.97.* et ajout d'outils de contrôle des bases de signatures. 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 2011 : mise à jour de la librairie (version 1.0.8). L'application *Appli_Perseus* (Windows et Linux) de protection des fichiers en mode *offline* a été ajoutée. Cette application a été utilisée, avec succès, en 2011 par des journalistes en reportage dans quelques pays. Le laboratoire a assuré la formation à l'utilisation de cette application en conditions opérationnelles. Site officiel : <http://code.google.com/p/libperseus/>

- Éric Filiol et Oluwaseun Remi-Omosowon. *Librairie tor_extend*. Cette librairie permet de jouer la partie réseau de l'attaque contre le réseau TOR (*spinning attack, TCP reset attack,*

congestion attack), l'automatisation de l'extraction des nœuds TOR cachés (*Hidden Relay Bridges*). ... Des animations *GoogleEarth* décrivant l'ensemble du réseau TOR et produites à l'aide de cette librairie sont également disponibles. Le développement de la version publique de cette librairie s'est achevé fin décembre 2011. Lien officiel : <http://cvo-lab.blogspot.com/2011/11/tor-attack-technical-details.html>

Activités scientifiques diverses

Participation à des jurys de thèses

- Éric Filiol. Rapporteur de la thèse de Gérard Wagener « *Self-adapting Honeypots Coercing and Assessing Attacker Behaviour* ». Doctorat de l'université du Luxembourg et l'Institut National Polytechnique de Lorraine (INPL) (spécialité *Computer science/informatique*. Soutenue le 22 juin 2011 à l'université du Luxembourg.

Organisation de conférences internationales

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

- EICAR 2011 Program Chair, <http://www.eicar.org>
- ECIW 2011 Mini-track Chair (*Mini Track on Science, Tchnology and Terrorism*), <http://academic-conferences.org/eciw/eciw2011/eciw11-timetable.htm>

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

L'activité de *peer-reviewing*, pour 2011, s'est effectuée au profit des revues et conférences suivantes :

- *IET Information Security Journal* (É. Filiol).
- *Computers & Security Journal* (É. Filiol).
- *Hacking in Paris - HIP 2011* (É. Filiol - Comité de programme).
- ECIW 2011 (É. Filiol - Comité de programme).
- Hack.lu 2011 (É. Filiol - Comité de programme).

Animations scientifiques

Le projet d'Anthony Desnos *Dynamic Analysis of Android Malware - Project 5* a été retenu par la société *Google* dans le cadre du *Google Summer of Code 2011 Project Ideas*. Ce projet consistait à encadrer un étudiant, Patrik Lantz, avec une bourse offerte par *Google* pendant trois mois sous la direction d'Anthony Desnos. Lien officiel <https://www.honeynet.org/gsoc/ideas> et <http://www.google-melange.com/gsoc/projects/list/google/gsoc2011>

Responsabilités éditoriales

- Eric Filiol anime et dirige au titre d'éditeur en chef, le journal de recherche *Journal in Computer Virology* 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 elle est référencée dans les principales bases d'indexation scientifiques. 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 2011_1. Montant 38 535 euros. Activité de soutien scientifique amont. Confidentiel.
- Contrat DCNS - Réf. 5320246/SC.15. Montant 11 000 euros (partie 1/4). Développement de produit de sécurité. Confidentiel.
- Contrat DCNS - Encadrement thèses CIFFRE. Montant 6 000 euros.
- Subvention sécurisation laboratoire (Conseil Général de la Mayenne/Laval Agglo/CCI de la Mayenne). 89 000 euros.

L'exercice 2011 certifié par le commissaire aux comptes, pour le laboratoire s'établit à 144 535,60 euros.

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, adop-

tant 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.

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 *Honey-net.org* qui permettre de surveiller l'activité antivirale mondiale.

Date de publication des résultats : début février 2012.

- **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. Elle 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*.