



Recherche
et développement industriel
Rapport d'activité 2010

- § -

**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 2010	9
Axes d'effort en 2011	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
Projet <i>NUAGE</i>	18
Archivage et pérennisation des données numériques	23
Didactique des sciences par les arts	25
Stages et thèses	26
Stages encadrés	26
Publications ARNUM	27
Livres et chapitres d'ouvrages	27
Revue internationale à comité de lecture	28
Revue nationale à comité de lecture	28
Conférences et articles invités (niveau international)	29
Conférences et articles invités (niveau national)	29
Conférences internationales avec comité de sélection et actes	30
Pôle Acquisition et Traitement des Images et des Signaux (ATIS)	33
Présentation du pôle	33
Description générale du pôle ATIS	33
Composition de l'équipe	34
Direction	34
Équipe permanente	34
Équipe non permanente	34
Principaux axes de compétences	35
Télédétection spatiale	35
Développement de stations de réception d'images satellitaires	35
Exploitation d'images spatiales	35
Éducation à la télédétection	36
Robots d'exploration aérien	37

Minidrone Faucon Noir	37
Aménagement d'un système d'acquisition vidéo HD	42
Aile Delt@	42
Robots d'exploration sous-marins	46
Aquatis	46
Nouvelles technologies et handicap	49
Projet Praticarte	49
Partenariats recherche et enseignement supérieur	51
Partenaires sous convention	51
Partenaires de recherche	51
Enseignement dans des Masters	51
Concours et prix	51
Publications et travaux du pôle ATIS	52
Revues internationales avec comité de lecture	52
Conférences internationales avec comité de sélection et actes	52
Conférences internationales avec comité de sélection sans actes	55
Stages et thèses	55
Thèses soutenues en 2010	55
Thèses en cours	55
Stages niveau Master M2 encadrés	55
Encadrements de projets étudiants	55
ATIS dans la presse	56
Pôle Réalité Virtuelle et Systèmes Embarqués (RVSE)	59
Présentation du pôle	59
Composition du pôle RVSE	59
Stages et thèses	60
Thèses en cours	60
Stages	60
Publications	60
Conférences internationales avec comité de sélection et actes	60
Conférences nationales avec comité de sélection sans actes	61
Prix & Récompenses	61
Contrats et transferts technologiques 2010	62
Pôle Sécurité de l'Information et des Systèmes (SI&S)	65
Présentation du pôle	65
Thèmes de recherche	66
Composition du pôle SI&S	66
Stages et thèses	67
Thèses co-encadrées	67
Stages encadrés en 2010	67
Publications	68
Ouvrages ou chapitres d'ouvrages	68
Revues nationales à comité de lecture	68
Conférences et articles invités (niveau international)	68
Conférences internationales avec comité de sélection et actes	68

Conférences internationales avec comité de sélection sans actes	68
Conférences Nationales sans comité de sélection et sans actes	69
Rapports de recherche et preprints	69
Activités scientifiques diverses	69
Organisation de conférences	69
Cours	70
Interviews	70
Productions logicielles	71
Contrats et transferts technologiques 2010	71
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 en cours	77
Stages encadrés en 2008	77
Publications	78
Ouvrages et chapitres d'ouvrages	78
Revue internationale à comité de lecture	78
Revue nationale à comité de lecture	79
Conférences et articles invités (niveau international)	79
Conférences et articles invités (niveau national)	80
Conférences internationales avec comité de sélection et actes	81
Conférences internationales avec comité de sélection sans actes	82
Conférences nationales avec comité de sélection sans actes	83
Articles en <i>Open Access</i>	83
Le laboratoire $(C + V)^O$ dans la presse	84
Productions logicielles	85
Activités scientifiques diverses	87
Participation à des jurys de thèses	87
Prix & qualifications	87
Organisation de conférences internationales	87
Responsabilités éditoriales	88
Contrats et transferts technologiques 2010	88

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 mais les efforts doivent être poursuivis et accentués.
- 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.

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 doit 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 2010. 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.

Bilan de l'activité 2010

L'année 2010 a été marquée par une forte production à la fois en qualité et en quantité. Elle a aussi été placée sous le signe d'une forte médiatisation (presse audio-visuelle nationale). Dans les deux cas, il s'agit d'une progression sensible par rapport à l'année 2009. 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 2010 :

- L'accroissement de la visibilité de la recherche vers l'extérieur s'est poursuivie avec l'ouverture de plusieurs blogs déjà très fréquentés :
 - Blog Esiea-recherche <http://blog.esiea-recherche.eu/>
 - Blog laboratoire $(C + V)^O$ <http://cvo-lab.blogspot.com/>

De plus, différents projets logiciels libres ont été ouverts sur le site code.google.com offrant une visibilité internationale maximale. Les chiffres de fréquentation de tous ces sites (nouveaux et existants) pour 2010 (fournis par *Google Analytics*) sont en augmentation par rapport à 2009.

La principale difficulté rencontrée réside dans le manque critique de ressources humaines pour alimenter ces sites avec la production importante des différents pôles et laboratoires.

- La sécurisation du site de Laval au profit du laboratoire $(C + V)^O$, a été réalisée en 2010, grâce au soutien des partenaires institutionnels mayennais. La conduite de certaines recherches ne peut se concevoir sans un environnement humain et matériel sécurisé, et ce, dans le respect de la réglementation en vigueur. Le classement définitif en tant qu'ERR (Établissement à Régime Restrictif) par les ministères compétents sera achevé début 2011.
- L'initiation et le développement de contacts et collaboration avec des partenaires industriels ou étatiques nationaux et internationaux. La forte visibilité de la recherche ESIEA,

la qualité reconnue de cette dernière a suscité de nouvelles opportunités très prometteuses : l'OTAN, le Département de la Défense US, le gouvernement indien, des industriels français et étrangers. . . nous ont ainsi spontanément contactés pour initier des échanges et des collaborations intéressantes et très prometteuses.

- La création d'un Conseil Scientifique en 2009, véritable conseil des sages, a initié ses travaux (deux réunions en 2010) essentiellement dans deux axes :
 - le suivi de la mise en œuvre des orientations du Ministère, en prévision de l'évaluation AERES 2012. Les premières recommandations du comité scientifique ont été appliquées en 2010. Des mutations et changements profonds dans la structure des équipes, dans la stratégie de recherche elle-même ont été entrepris ;
 - 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 2010, sous la tutelle de notre comité scientifique.

Axes d'effort en 2011

L'année 2011 sera une année critique durant laquelle la Recherche doit jouer un rôle très important (évaluation CTI 2011) voire déterminant (préparation de l'évaluation AERES 2012). Ces deux rendez-vous sont cruciaux 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.

L'année 2011 sera donc une année de consolidation, de montée en puissance mais également de forte et nécessaire mutation. Outre la poursuite des actions 2009 et 2010, les principaux axes d'efforts seront :

- 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 du fait d'une activité disproportionnée par rapport aux moyens humains mis en œuvre actuellement ; préparation d'une thèse dans le laboratoire RVSE) soit par recrutement externe. En particulier, les recrutements
 - d'un HDR pour le pôle RVSE,
 - d'un docteur pour le pôle ATISsont une priorité de la DRDI.
- la restructuration des équipes de recherche dans le but de mieux correspondre aux critères de l'AERES, à savoir :
 - la fusion du laboratoire $(C + V)^O$ et du pôle SI&S, dans le respect de leurs spécificités respectives, pour créer un laboratoire de sécurité (appellation à définir) 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) 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 développement des collaborations internationales (industrielles et/ou académiques). Parmi celles-ci, certaines ayant été initiées en 2010 :
 - l'accueil de stagiaires, thésards étrangers et postdocs dans les laboratoires. Il est prévu que deux étudiants postdoc chinois (autorisations en cours) et une doctorante algérienne rejoignent certains pôles ;
 - la collaboration avec des universités et centre de recherche indiens. Une formation de type *Master of Science* ESIEA/Université indienne, avec l'aide du gouvernement indien, est à l'étude ;
 - la conclusion d'un partenariat avec le Département de la Défense US (contacts initiés en 2010 avec visite d'un officier supérieur de l'armée américaine) ;
 - la création de formations doctorales ou pré-doctorales en langue anglaise. Le but est d'attirer des étudiants étrangers vers nos laboratoires.

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 doit être fait en ce qui concerne les publications de rang A. 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).
À titre d'exemple, il est fixé que la Recherche (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) atteigne le nombre de 120 publications et de 15 contrats 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).

Actuellement, les conditions en termes de temps et/ou de ressources humaines ne permettent pas de réaliser la totalité de ces objectifs. Ces objectifs nécessitent le renforcement des équipes de recherche.

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 Principal de l'Armement Guillaume Poupart, Ministère de la Défense.
- Monsieur le professeur Guy Pujolle, LIP6 - CNRS, Pierre et Marie Curie Université (Paris 6).
- Monsieur le professeur Michel Riguide, 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.

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>

- 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 ce qui a motivé la création du pôle 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 accompagne le développement personnel et l'ouverture d'esprit des étudiants par le biais de la créativité. Convaincu de l'intérêt d'une fertilisation croisée des apports, le pôle ARNUM propose sa collaboration technique et son expertise 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 – enseignante-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 enseignante-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 C3 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 par les éditions *Questions Théoriques (collection Lecture>Play)*. 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. Elle mène actuellement une mission à l'Espace Multimédia Gantner sur sa collection d'art numérique, notamment sa documentation, dans le cadre du projet européen inter-régional *Digital Art Conservation*. 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.madeinh1.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*. De 2008 à 2010, 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

En 2010, la recherche à ARNUM s'est répartie en trois thématiques distinctes, laissant toutefois une place aux initiatives créatives d'étudiants, même s'ils s'écartent de ces thématiques :

- *NUAGE*, projet d'art-science qui s'attache à l'analyse perceptive d'un changement de densité corporelle.
- L'archivage et la pérennisation des données numériques, problème actuel qui touche particulièrement le domaine de l'art numérique et se rapproche des problématiques artistiques de la conservation.

- L’exploration des interactions entre les arts et la didactique des sciences, une thématique qui s’est dessinée cette année.

Projet *NUAGE*

Responsables de la thématique : Nathalie Delprat et Claire Leroux

Exploration interdisciplinaire d’une matérialité virtuelle



FIGURE 1 – Prototype *Nuage 1*

Le projet *NUAGE* est né d’une collaboration entre le pôle ARNUM et une physicienne du LIMSI-CNRS, Nathalie Delprat.

Notre but est de créer un dispositif de simulation multimédia qui permettra à celui qui l’expérimente de se fondre virtuellement dans une matière, nous permettant ainsi d’étudier les implications cognitives d’un tel changement de densité corporelle. ARNUM se propose d’étudier particulièrement la relation entre l’expérimentateur et son avatar, en explorant les limites du réalisme des représentations virtuelles graphiques et sonores et par là-même, leurs interactions.

Le déroulement de ce projet est prévu sur 4 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*.

2010 Conception générale du projet ; réalisation du prototype *Nuage 1* (voir figure 1) ; positionnement scientifique du projet.

2011 Institutionnalisation du groupe de travail. Réalisation du prototype *Nuage 2*. Premiers tests.

2012 Tests et expériences. Adaptation du prototype *Nuage 2* aux besoins spécifiques

2013 Présentation des résultats scientifiques et artistiques.

Le projet *NUAGE* a plusieurs facettes qui correspondent à sa nature interdisciplinaire et aux problématiques de recherche soulevées. Grâce aux nouveaux systèmes de simulation interactive, il est possible de conférer artificiellement à une image une partie des propriétés physiques d'une matière et d'interagir avec elle. Avec *NUAGE*, on devient cette matière et on expérimente ses propriétés de façon active ou à travers des perturbations indépendantes de notre contrôle.

Dans le dispositif actuel, les contours et les mouvements de notre corps sont captés en temps-réel, puis représentés sous forme d'un nuage dont les caractéristiques physiques élémentaires déterminent le genre (stratus ou cumulus). Une fois perfectionné, ce dispositif pourra être utilisé à des fins scientifiques et/ou créatives. Il sera mis à disposition d'ingénieurs (informatique graphique et réalité virtuelle), de physiciens (mécanique des fluides et acoustique), de neuroscientifiques (psychologie cognitive et comportementale), de philosophes (phénoménologie et théorie de l'image) et d'artistes (arts visuels, sonores et vivants).

Réalisation du prototype *Nuage1* (été 2010)

Mise en œuvre Ce premier prototype a été réalisé avec une bourse CNRS dans le cadre du stage de deux élèves ingénieurs de l'ESIEA, Julien Pousse (M1 Laval) et Quentin Vidal (L3 Paris) en juin et juillet 2010. Sous la direction de Nathalie Delprat, Sarah Fdili Alaoui (doctorante LIMSI et IRCAM) a participé à leur encadrement et développé une interaction, en liaison avec son travail de thèse sur la reconnaissance du geste dansé et le contrôle gestuel de systèmes complexes, mettant en jeu la production et le mouvement de la matière nuage en fonction de la vitesse du centre de masse et de l'énergie de l'utilisateur (figure 2).

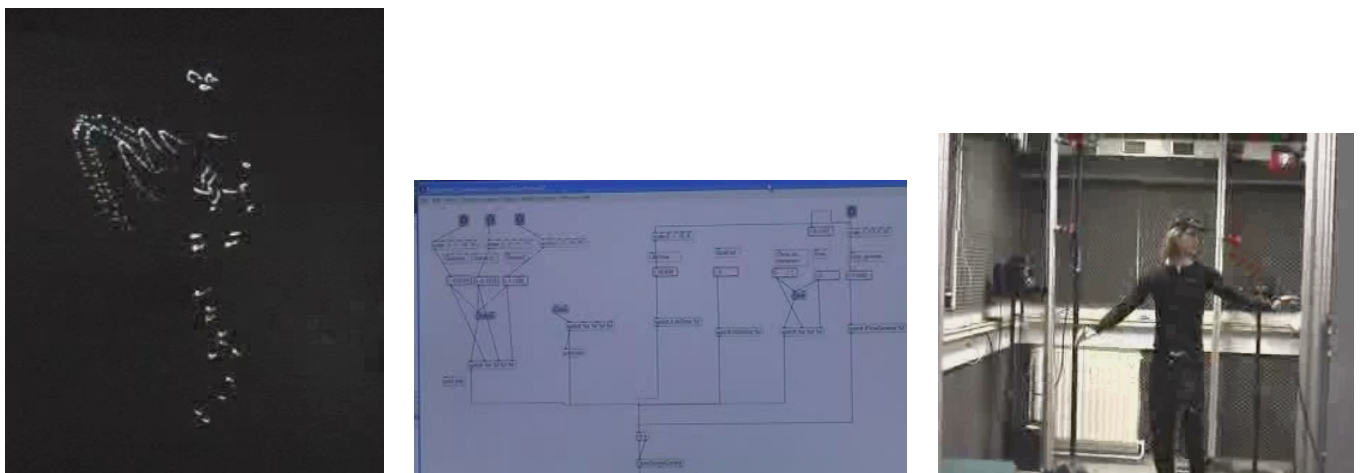


FIGURE 2 – Visualisation des capteurs, IHM, Quentin Vidal en combinaison dans le dispositif

Cette interface permet au geste de l'utilisateur d'avoir un impact sur la nature et la dynamique du nuage interactif. En pratique, nous avons bénéficié de l'installation d'un système de motion capture (Optitrack) mis en place au LIMSI. Ce système est composé de 12 caméras infrarouges qui détectent la position de 34 marqueurs disposés sur une combinaison portée par l'utilisateur. Les informations captées par les caméras sont récupérées puis traitées pour reconstruire le squelette dans l'espace. Elles sont ensuite envoyées dans un patch créé avec le logiciel Max/MSP qui permet de réaliser une interface simple pour contrôler les paramètres

du rendu graphique sonore. Ce rendu graphique se base sur un modèle de particules utilisant la librairie OpenGL (logiciel Spark) et dont le code a été modifié pour pouvoir produire une texture de nuage.

Générateur de particules et analyse phénoménologique Le premier type de simulation testé a été réalisé à partir d'un générateur dynamique de particules et d'une analyse élémentaire des propriétés physiques de la matière nuage et de son comportement. Il a été ainsi possible d'obtenir un rendu assez réaliste de deux genres de nuages (le stratus et le cumulus) permettant un contrôle temps-réel d'un nombre limité de paramètres : la durée de vie des particules, leur taille, leur vitesse d'émission et leur couleur.

À cela, on peut ajouter un contrôle temps-réel de la gravité selon les différentes directions de l'espace, la possibilité de densifier ou de faire disparaître tout ou partie du nuage, d'effectuer un zoom lorsqu'on se rapproche de l'écran et enfin d'associer un son dont l'intensité et la fréquence vont dépendre du mouvement de chaque main et de la position du corps dans l'espace.

Premiers résultats

Bien que relativement simple, le dispositif actuel nous a déjà permis de juger de la pertinence cognitive de l'expérience engagée et de l'intérêt de l'enrichir d'interactions plus complexes. Les premiers tests ont montré clairement la modification des mouvements et du rapport à l'espace des utilisateurs selon le type de nuage et de ses propriétés physiques. D'autre part, nous avons eu confirmation que la question de la perte d'identité corporelle et du ressenti de la matière en fonction des effets choisis (vent, zoom, représentation partielle) est une piste de recherche potentiellement très intéressante à explorer.

Le groupe de travail pluridisciplinaire mis en place depuis janvier 2010 pour discuter du dispositif et de ses applications nous a permis de soulever des questions à expérimenter sur le dispositif, questions fédérées autour de trois axes principaux qui sont interdépendants : la simulation, la cognition et la création/réflexion. Nous nous sommes réunis lors de quatre séminaires au premier semestre. L'objectif de ces séminaires était double : construire en commun le projet *NUAGE* et croiser les points de vue des différentes disciplines dans des séminaires spécialisés.

Membres du groupe de travail (2010) Le groupe se compose de

- Rami AJAJ : ATER à l'Université Paris-Sud, Docteur en informatique, LIMSI-CNRS.
- Tifanie BOUCHARA : doctorante LIMSI, équipe Audio et Acoustique.
- Baptiste CARAMIAUX : doctorant de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris), à l'UMR STMS (Sciences et Technologies de la Musique et du Son) IRCAM-CNRS.
- Jean-Marc CHOMAZ : chercheur CNRS à l'Ecole Polytechnique, directeur du LadHyX (Laboratoire d'Hydrodynamique de l'X).
- Sarah FDILI ALAOUI : doctorante sous la direction de Christian Jacquemin (CNRS-LIMSI) et de Frédéric Bevilacqua (IRCAM).
- Thierry GIACOMINO : consultant invité. Responsable des actions multimédia pluridisciplinaires et de la numérisation pour le DICRéAM (DIpositif pour la CRéAtion Artistique Multimédia, ministère de la culture).
- Christian JACQUEMIN : enseignant-chercheur à l'Université Paris 11 et rattaché au CNRS-LIMSI (équipe AMI). Responsable de la thématique Virtualité, Interactivité, Design et Art (VIDA) au LIMSI.
- Monique SICARD : chercheur CNRS à l'Institut des Textes et des Manuscrits modernes. Responsable de l'axe « Genèse des arts visuels » et du séminaire « Photo-graphies :

théories, pratiques, images » de l'EHESS.

- Harold VASSELIN : artiste indépendant, cinéaste, ingénieur des Mines et docteur en physique.

Programme des réunions Le calendrier des réunions 2010 a été le suivant :

- *Janvier 2010* au LIMSI (Orsay). Animation Nathalie Delprat. Il a été débattu du fonctionnement du groupe de travail (séminaire généraliste/thématique ciblée) et des différentes formes que nous souhaitions donner aux réalisations d'art-science développées durant le projet.
- *Mars 2010* à Jussieu (Paris). *Expérimentation in virtuo : la tête dans les nuages* par Jacques Tisseau (ENIB et Laboratoire d'Informatique des Systèmes Complexes, Centre Européen de Réalité Virtuelle de Brest). La discussion qui a suivi le séminaire a porté sur le choix du(des) modèle(s) à utiliser et sur la question du rendu.
- *Juin 2010* à l'IRCAM (Paris). *Réalité virtuelle, avatars et attribution du corps propre : aspects neuropsychologiques* par Isabelle Viaud-Delmon (CNRS et IRCAM, équipe Espaces acoustiques et cognitifs). Le débat s'est poursuivi autour de la mise en œuvre de protocoles expérimentaux sur les aspects proprioceptifs liés au changement virtuel de densité corporelle.
- *Fin juin 2010* à l'ESIEA (Paris). *Les contours du nuage – acceptions, illustrations, interprétations* par Claire Leroux (ESIEA et pôle ARNUM). La discussion a mis en avant la richesse de cette thématique au niveau des sciences humaines en général, et de l'art en particulier et s'est poursuivie par la présentation des premiers résultats du prototype NUAGE en cours de développement au LIMSI.

Axes de recherches

Simulation Trois aspects ont été considérés.

- *Simulation virtuelle d'une matière*. Nous envisageons de tester différents types de modèles afin de trouver le meilleur compromis entre rendu graphique, analogies phénoménologiques et facilité d'utilisation. Le but est d'être réaliste d'un point de vue de la physique du nuage mais aussi de disposer d'un outil suffisamment souple et performant pour explorer différentes interactions, y compris avec un certain degré d'autonomie du modèle (perturbations non contrôlées par l'utilisateur, changement des caractéristiques physiques du nuage selon un scénario évolutif).
- *Création d'un avatar de matière évanescence*. Selon le type de nuage simulé, l'avatar peut conserver une forme « humaine » ou représenter une masse nuageuse sans contour bien défini. Les différents paramètres de contrôle de la simulation devront permettre de décliner toutes les transitions entre ces deux états limites ainsi que de modifier la taille, la texture et la couleur du nuage par dispersion ou densification de la matière, par des effets de gravité dans des directions différentes ou des effets de zoom et de lumière. Chaque cas sera l'occasion de tester notre rapport avec l'avatar et les nouvelles relations corps-espace qui en résultent.
- *Réalisation multimédia*. Dans ce projet, une attention particulière sera portée sur la modalité auditive et sur les interactions son/corps/espace. Il ne s'agit pas simplement de reproduire des sons « naturels » associés directement ou indirectement à la matière mais aussi de travailler sur ce que pourrait être son équivalent sonore dans le rendu audio de ses transformations. Qu'il soit contrôlé par le geste ou vecteur indépendant de perturbations, le son participera tout autant que le rendu graphique au ressenti de la matière et à

l'immersion de l'utilisateur.

Cognition Cet axe comprend

- *Élaboration de protocoles expérimentaux.* On commencera par établir un catalogue de correspondances entre les sensations perçues et les caractéristiques physiques de la matière simulée, en prenant notamment en compte l'influence de la couleur et du son dans cette évaluation. Un questionnaire précis et une analyse du comportement des utilisateurs permettront de juger de la pertinence au niveau perceptif et cognitif des interactions proposées.
- *Exploration des limites de l'interactivité.* Que se passe-t-il si le changement de densité est partiel, c'est-à-dire s'il ne se fait que sur une partie du corps ? A quel moment perd-on toute référence pour l'identification de notre image corporelle ? Y-a-t-il une adaptation pour le contrôle temps réel de notre image ? Jusqu'à quel niveau d'abstraction se reconnaît-on dans son avatar ? Et quel est l'impact de l'environnement visuel et sonore sur cette reconnaissance ?
- *Contrôle gestuel et interaction contemplative.* L'objectif sera d'analyser les différentes réactions en fonction du type de geste réalisé (génération de matière, effacement, perturbation) selon les temps de réponses et la modification des paramètres physiques. Ces réactions seront-elles différentes selon la nature des perturbations (réalistes ou improbables) ? Comment réagit-on quand on est dérouté ? Comment éviter le désintérêt qui conduit à l'arrêt de l'expérience ou au contraire inciter l'interacteur à la contemplation et à l'imagination ?

Création/réflexion Quatre sous-thèmes composent cet axe de recherche :

- *Vivre une « expérience de pensée ».* Avec le dispositif *NUAGE*, le découpage classique entre la perception et l'imaginaire est bouleversé. Pour essayer de mieux cerner cette question, les résultats de l'expérience seront analysés à la lumière des travaux du philosophe Gaston Bachelard sur les imaginaires matériels associés à chacun des éléments (eau, air, terre, feu) et serviront de lignes directrices à une réflexion plus générale sur le processus d'adaptation de l'image à l'imagination.
- *Expérimentation indéterministe.* L'image du nuage a été utilisée par l'épistémologue Karl Popper pour symboliser le caractère indéterministe d'une importante part des éléments physiques terrestres à l'évolution difficilement prédictible. Le projet *NUAGE* peut conduire à la question de la part du vivant dans la possibilité d'un indéterminisme.
- *Etude du processus créatif du projet.* Depuis le début de nos séances de travail, nous nous attachons systématiquement à les filmer, qu'elles soient formelles ou informelles. Cette somme documentaire relativement importante ne sera pas intégralement traitée, mais elle permettra assurément à un regard sensibilisé à la sociologie de se rendre compte de l'avancée du projet, de ses étapes et des changements de rythme. Il sera ensuite possible de faire émerger une méthodologie propre à cette nouvelle démarche interdisciplinaire qui s'appuie sur un croisement original entre art et science.
Dans cette optique, nous avons mis en place une page web du projet afin de permettre à tous les participants du groupe de travail de suivre l'avancement de nos recherches, avec mise à jour régulière du journal de bord du projet *NUAGE* sur la page web de la thématique VIDA du LIMSI. Des clips vidéo montrant le premier projet et un feed-back des séminaires ont été réalisés et sont en ligne : <http://vida.limsi.fr/doku.php?fr>

- *Aspects artistiques*. Le nuage est une source d'inspiration incontestée pour tous les esprits. Son évanescence en a fait l'un des sujets privilégiés des peintres occidentaux depuis le XIX^{ème} siècle et en orient, depuis plus d'un millénaire. Le dispositif nuage a été conçu pour être mis à la disposition d'artistes (chorégraphes, musiciens, arts graphiques...). Afin de permettre une liberté de création qui conduira à la diversité attendue des réalisations, il est primordial de concevoir une interface pourvue d'un maximum de paramètres modifiables, tant au niveau de l'aspect visuel que du son. A n'en pas douter, l'exposition mettra en évidence la richesse de la créativité, qu'elle soit d'ordre artistique ou scientifique.

Archivage et pérennisation des données numériques

Responsables de la thématique : Christophe Bruno, Anne Laforet et Claire Leroux.

La société actuelle commence à prendre conscience du problème que va poser, à long terme, mais aussi maintenant à moyen voire à court terme, la pérennisation des données informatiques, qu'elles soient professionnelles ou personnelles. Relativement à la spécialisation de notre pôle de recherche, nous nous sommes intéressés au cas de l'art numérique, qui est particulièrement riche puisqu'on y trouve nombre de médias (texte, photo, audio, vidéo, sites internet, images de synthèses...), de langages de programmation (action script, lingo, processing, python, C, C++, java, langages web...), de supports de conservation (CD-Rom, DVD-Rom, Serveur) et de systèmes d'exploitations qui leur sont liés (Mac, Windows, linux).

Études de cas : les créations artistiques numériques

Depuis les années 80, l'art numérique se développe de façon exponentielle et gagne progressivement la création artistique contemporaine. Mais un problème fondamental surgit régulièrement, qui freine l'installation des pratiques artistiques du numérique dans l'art contemporain et dans son marché : l'obsolescence des créations. La conservation de l'art numérique et du net-art pose de nombreux problèmes, conceptuels, protocolaires et techniques voire juridiques.

Le projet de recherche a porté cette année sur la question de la pérennisation des œuvres – l'accent a été mis sur l'utilisation de standards ouverts – sur la mise en place de protocoles, sur la documentation et sur la reprogrammation. Les œuvres étudiées font partie des collections publiques des Conseils Généraux du Val-de-Marne et du Territoire de Belfort. Les artistes dont les œuvres sont analysées font l'objet de consultations tout au long du projet.

56 lampes avec programmation aléatoire/poétique/géométrique de François Morellet.

Le travail demandé est préventif : il s'est agit de documenter techniquement de façon très complète l'œuvre de François Morellet 56 lampes avec programmation aléatoire-poétique-géométrique (figure 3), une installation dans laquelle des lampes s'allument selon une programmation pseudo-aléatoire qui laisse apparaître parfois des mots.

Co-fondateur du GRAV en 1960 (Groupe de recherche en art visuel), François Morellet est aujourd'hui un artiste reconnu, au point qu'il a été invité cette année par le musée du Louvre pour y créer une œuvre *in situ*.

Les étudiants Hélène Gambey, Florian Lorentz, Nicolas Panosetti et Stéphane Trotto (L3), ont débuté ce projet dans la réserve du musée d'art contemporain du Val-de-Marne (MAC-VAL) où l'œuvre est conservée. Cette première partie, documentaire, a consisté à recueillir le maximum d'informations sur l'œuvre, qu'elles soient techniques ou artistiques, afin de

pouvoir décrire précisément son fonctionnement et a été assistée par les régisseurs du musée. Dans la deuxième partie, les étudiants ont proposé une simulation informatique de l'œuvre, miroir de son fonctionnement. En effet, le mécanisme actuel étant en grande partie analogique et « bricolé », il serait très couteux en temps et en moyens à reproduire à l'identique.

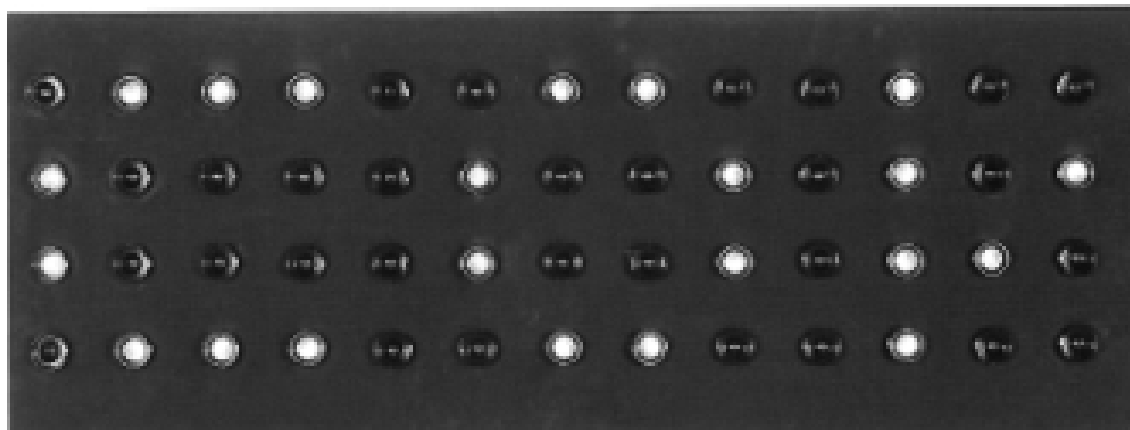


FIGURE 3 – François Morellet : *56 lampes avec programmation aléatoire/poétique/géométrique*, 1966. Collection du MAC/VAL

Reprogrammation de l'œuvre *Still Living* de l'artiste Antoine Schmitt El mehdi Mousalit, Othmane Rami et Youness Brij (M1) ont travaillé sur trois modules de *Still Living*, une œuvre sur écran (figure 4), acquise en 2010 par l'espace multimédia Gantner (Conseil général du territoire de Belfort).

Le travail demandé est de l'ordre de la prospective stratégique avec, pour objectif, de rendre l'œuvre la plus durable possible. Il leur a fallu proposer des alternatives pour améliorer l'adaptabilité du programme aux différents systèmes d'exploitation (Windows, Linux, Mac OS X...), sa capacité à suivre leur évolution ainsi que celle des langages de programmation et des logiciels. Pour ce faire, il s'est agi, après documentation de l'œuvre et du code en lingo, de la reprogrammer avec des solutions libres et de la rendre portable pour multi-plateformes (avec le langage java), ce qui a permis de vérifier leur proposition.

Émulation d'anciens systèmes d'exploitations L'émulation consiste à substituer un programme ou un ordinateur par un logiciel, notamment pour utiliser sur un ordinateur récent des éléments plus anciens devenus obsolètes. Laurent Marty, Jihane Omari et Amine El Moutaki (L2) ont testé et analysé différents modes d'émulation dans plusieurs environnements informatiques, afin de permettre à des œuvres anciennes (notamment sur support cédérom) d'être toujours accessibles au public. Le travail a porté cette année sur la création de machines virtuelles pour Windows et sur l'intégration de matériels postérieurs aux systèmes installés. Nous avons maintenant accès à tous les cédéroms d'artistes ou documentaires créés à partir de 1998 (2000 auparavant).

Forts de l'expérience de cette année 2010, et conscients de l'utilité d'une telle recherche sur la pérennisation des données numériques, nous allons poursuivre cette thématique l'année prochaine en axant nos projets sur le transfert de langages de programmation.

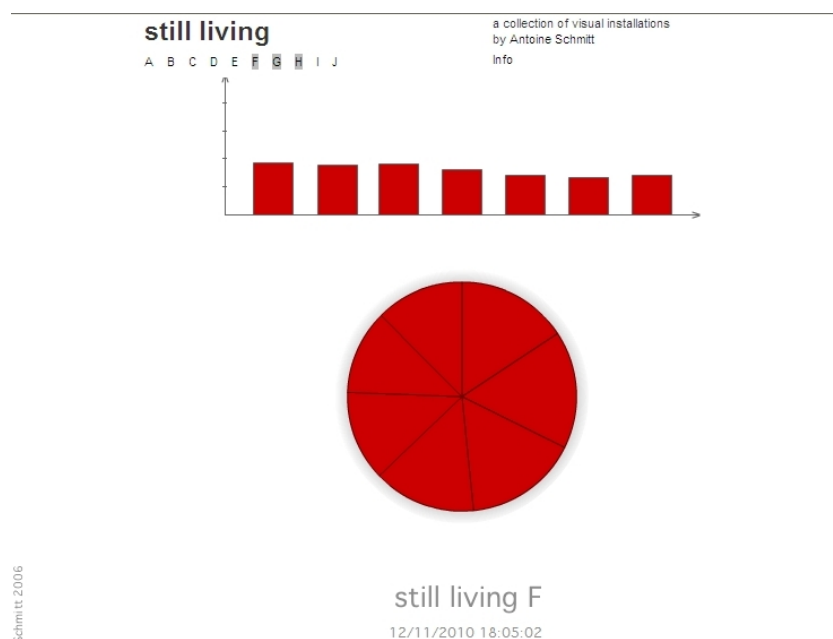


FIGURE 4 – Antoine Schmitt : *Still living*. Antoine Schmitt est un artiste contemporain du net, ingénieur, programmeur et designer français. Accessible sur <http://www.gratin.org/stillliving/>

Didactique des sciences par les arts

Responsable de la thématique : Pierre Schott.

À l'image 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 (didactique des sciences par la magie).

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. La magie est le biais choisi pour découvrir et approfondir des matières, notamment cette année pour aborder l'enseignement de l'optique et des mathématiques.

Visualisation de démonstrations mathématiques. Application à la magie Il existe beaucoup de démonstrations mathématiques dont le principe repose sur le battage des cartes, notamment les travaux de Poincaré sur l'ergodicité. De même, le battage de cartes peut donner lieu à des démonstrations plus ou moins élaborées.

Les étudiants Mohamed Alami-Idrissi, Hassan Janati et Moussa Khamouri (L2) ont participé au développement d'un logiciel sous Matlab (figures 5 et 6) qui permet de visualiser avec des cartes les différentes étapes des démonstrations mathématiques. L'année prochaine, les projets étudiants nous permettront non seulement d'approfondir les utilisations de la magie en didactique mais s'étendront aussi à l'origami et à la musique.



FIGURE 5 – Environnement programmé sous MatLab du battage des cartes

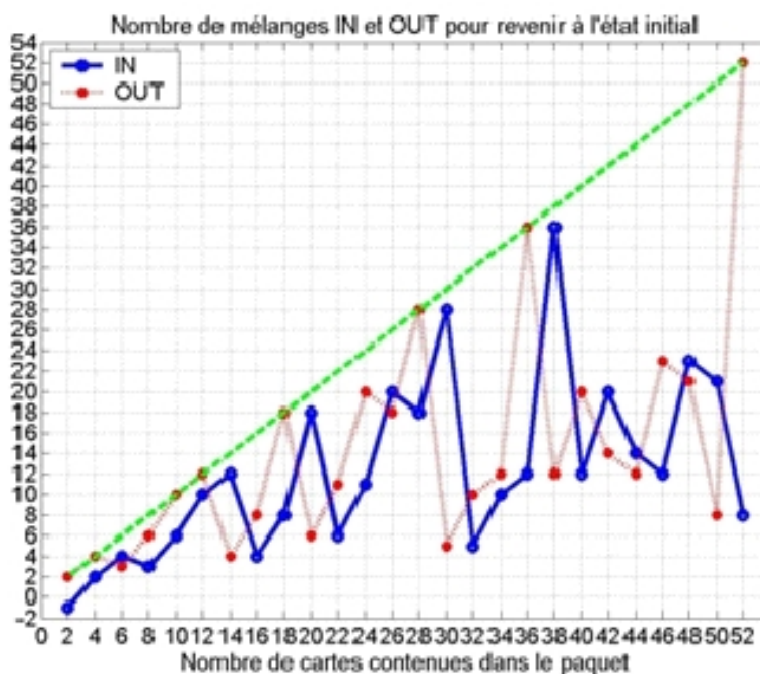


FIGURE 6 – Calcul du nombre de mélanges que doit subir le paquet pour revenir dans son état initial

Stages et thèses préparés au pôle ARNUM

Stages encadrés au pôle ARNUM

- **Projet Thérémine.** À l'initiative de Guillaume Darriet et de Mathieu Leduc (L2), ce projet avait pour but d'approfondir leur connaissance d'un système électronique musical inventé en 1917 par Léon Theremin, principe repris dans les plus célèbres ondes Martenot (instrument créé en 1928). Guillaume et Mathieu ont analysé et reproduit ce synthétiseur analogique de sons, intéressant notamment pour ses applications actuelles, à moindre niveau, dans des appareils tels que le iPhone.

Classiquement, le *thérémine* est un instrument de musique électronique comportant deux antennes. L'instrumentiste en joue en faisant varier la distance entre les antennes et ses mains, contrôlant ainsi le volume et la hauteur du son produit (figure 7). Dans un premier temps, le

travail a consisté en une réalisation pratique – élaboration des oscillateurs, des Pitches qui ont permis de générer et de contrôler le son, du dispositif régulateur d'alimentation et enfin des différents dispositifs de réglage de la sensibilité de l'appareil. La deuxième partie fut consacrée à l'analyse du dispositif d'oscillation utilisé pour la génération du son et de la gestion du volume et à l'étude des phénomènes électromagnétiques à l'origine de la modulation de fréquence contrôlée par l'antenne.



FIGURE 7 – Projet Thérémine : Mathieu Leduc, Eric Konieczny (enseignant ESIEA en électronique) et Guillaume Darriet. La vidéo est accessible sur le site ARNUM d'ESIEA-recherche, onglet « projets étudiants »

- Stage de Julien Pousse et Quentin Vidal. *Mise en place d'un système de motion capture avec rendu graphique pour le projet NUAGE*. Stages co-encadrés ARNUM/LIMSI - CNRS et effectués au LIMSI-CNRS durant l'été 2010.

Publications du pôle ARNUM

Livres et chapitres d'ouvrages

- Anne Laforet. *Le net-art au musée : stratégies de conservation des œuvres en ligne*. Editions Questions Théoriques. Paris, 2010.

Résumé : *Les œuvres de net-art, la création artistique par et pour Internet, rejoignent depuis quelques années les collections de musée. Leurs matériaux numériques sont fragiles, et elles ne sont œuvres que lorsqu'elles sont en ligne et activées par les visiteurs de leurs dispositifs. Leur conservation est donc complexe. Ce livre aborde la conservation à travers une approche prenant en compte la matérialité des œuvres et la façon dont la conservation dialogue avec les autres fonctions du musée. Il présente, et interroge, les différentes stratégies de conservation qui sont expérimentées par les musées, les archives, les artistes, etc. : documentation, émulation, migration, partition, ré-interprétation, auto-archivage, archivage automatique...*

Il se termine par une proposition de stratégie de conservation hybride, celle d'un « musée archéologique ».

- Anne Laforet. *Rock, Paper, Scissors and Floppy Disks*. Co-écrit avec Aymeric Mansoux et Marloes de Valk. In *Archive2020, Sustainable archiving of born-digital cultural content* (ed. Annet Dekker). Virtueel Platform. Amsterdam (Pays-Bas), 2010. Url du livre : <http://www.virtueelplatform.nl/#2950>

Revue internationale à comité de lecture

- Pierre Schott. *The use of magic in Optics in higher education*. In *Creative Education*, Vol. 1, No. 1, June 2010.

Résumé. *Why use Magic for teaching Optics? 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 bring them to ask how? And why? And how can I create one myself? In this article we consider a project I gave in 2006. I summarize the project scopes, the student theoretical studies, their “new” Grand Illusion realization. I conclude by the weak and strong points of this approach...but let’s not reveal all the secrets just yet! 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/physical 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. *Des résultats négatifs dans le net.art*. In *Revue Pratiques, L’ardeur de l’art même*. Pratiques discrètes de l’art et leurs non-lieux. Presses universitaires de Rennes, numéro 21 automne 2010. <http://www.plastgrandouest.net/index.php?cat=1&page=1425&PHPS ESSID=e7a91ad123350672413f0f29fc1bfbf2>

Résumé. *Cet article pousse à l’extrême la pensée de théoriciens qui se sont intéressés aux figures du pirate et du hacker dans le champ de l’art et du réseau. Il prend comme hypothèse l’échec de la pratique du net.art. Cet échec, qu’on pourrait légitimement considérer comme contingent, est interprété comme le signe d’un résultat négatif dont l’universalité est envisagée. Un lien s’établit entre le caractère indécidable du couple utopie/dystopie, et l’aspect syntaxique de certaines formes artistiques.*

Revue nationale à comité de lecture

- Christophe Bruno. *Les lois de non-conservation*. Journée d’étude « Être ici et là », Université Paris 1, 13 janvier 2010. Publié In revue *Plastik # 1 - Être ici et là : la relativité générale et la physique quantique*. Janvier 2010, <http://art-science.univ-paris1.fr/document.php?id=196>

Résumé : *this article reviews some of the fundamental concepts which have emerged since the 1970s/80s, both in theoretical physics and mathematical logic, and evaluates the duality between geometry and causality which has risen from them. The first part relates to questions of invariance and the laws of conservation, concepts of theoretical physics which have been relatively well popularized in literature over the past few decades. The second part mentions questions of scale and in particular a possible and surprising link between Planck time phy-*

sics and computing. The third part relates to the concepts of symmetry breaking and phase transition and their link to the contemporary theories of the network. The fourth part is entitled “nature of logic and logic of nature”, and outlines recent developments in mathematical logic, a field which is in full revival, thanks in particular to the impetus of the mathematician Jean-Yves Girard, who sees the sudden emergence of quantum physics in terms of what was called the “laws of thought” in the 19th Century. There is a long list of topics in the texts concentrating on contemporary art and echoing the scientific ideas described in this article : the connection between total and local, between implicit and explicit, control, normativity, the observer, participation, relation, interaction...digital. However, the purpose here is not to extract aesthetic considerations from the articulation of these concepts which are fascinating in themselves. Even in the last paragraph where I rapidly present some of my artistic projects, I try to dissociate myself and take on the opposite point of view in relation to what was exposed before. If I touch on my artistic work, it’s more to test, or even invalidate the concepts described previously, but in contexts so different that most of the time one cannot recognize them.

Conférences et articles invités (niveau international)

- Anne Laforet. Modération de la session *P36 Software for Artists*, conférence ISEA2010, Dortmund (Allemagne). 26 août 2010, <http://www.isea2010ruhr.org/conference/thursday-26-august-2010-dortmund/p36-software-for-artists>
- Christophe Bruno. *Des résultats négatifs dans le net-art*, journée d’étude à l’Ecole régionale des Beaux-Arts de Rennes, FRAC Bretagne, organisée par le Laboratoire d’histoire, critique et théorie de l’université Rennes 2, équipe de recherche *Arts : pratique et poétiques* de l’université Rennes 2.
- Anne Laforet. *Marché de l’art et conservation*, colloque L’art du Net et les nouveaux enjeux du marché de l’art, ISAMS, Sfax (Tunisie). 2010.
- Claire Leroux. *Présentation du projet nuage*, Workshop Art-science, IMERA, Maison des Sciences de l’Homme de Marseille. 9 novembre 2010.

Conférences et articles invités (niveau national)

- Anne Laforet. *Conservation des arts numériques grâce aux logiciels libres et aux formats ouverts*, Journées Hacktion (licence Art libre). Ecole Supérieure d’Art et Design de Saint-Etienne, Janvier 2010.
- Christophe Bruno. Conférence sur son travail artistique à la galerie Ars Longa, Paris, avec l’écrivain Christian Salmon. 13 mars 2010.
- Christophe Bruno & Samuel Tronçon. *In the limbo of the signifier*. First introductory workshop on Linear Logic, workshop à la galerie Ars Longa. was organized in the framework of Vision Forum.
Abstract. *The aim of the workshop was to test the intersection between two universes : contemporary art on the one hand, and on the other hand the world of mathematical logic as it has been restructured since the years 1970/80 by Jean-Yves Girard. 27 mars 2010.*
- Claire Leroux. *Art et nouvelles technologies - quand virtuel rime avec vivant*. Séminaire de doctorat de l’atelier « Histoire et philosophie des sciences », Université Pierre et Marie Curie. 12 avril 2010.

- Anne Laforet. *Written in stone, une archéologie d'une exposition consacrée au net art*. Journée d'étude De l'art de l'archive organisée par le Laboratoire des Arts médiatiques, Université Paris 1, 10 mai 2010. L'intervention a porté sur l'exposition « *Written in Stone, a net.art archaeology* » présentée à Oslo en 2003.
- Christophe Bruno. Présentation à « *Format X* », au Centquatre. Import-Export entre art et logique contemporaine. Collaboration avec Samuel Tronçon, Membre associé de l'Institut de Mathématiques de Luminy (UMR 6206), membre du groupe PRELUDE et du groupe LIGC. 19 juin 2010.
- Claire Leroux. *Les contours du nuage - Acceptions, illustrations, interprétations*. Groupe de travail du projet NUAGE, ESIEA, 29 juin 2010.

Résumé : *Cette présentation a mis en avant la richesse de la thématique du nuage au niveau des sciences humaines en général, et de l'art en particulier. Nous nous sommes attachées aux différentes acceptions et interprétations du terme, chacune illustrée par une sélection d'œuvres, dans une approche plus sémantique qu'historique.*

- Christophe Bruno. *Des résultats négatifs dans le net.art*, journée d'étude à l'Ecole régionale des Beaux-Arts de Rennes, FRAC Bretagne, organisée par le Laboratoire d'histoire, critique et théorie de l'université Rennes 2, équipe de recherche « Arts : pratique et poétiques » de l'université Rennes 2. 30 juin 2010.
- Pierre Schott. *Animations mathématiques dans l'enseignement*. Fête de la science, en collaboration les universités Paris VI et Paris VII. Du 21 au 23 octobre 2010, <http://www.univ-paris-diderot.fr/fscience/fScienceM.php?m=Mathematiques>
- Claire Leroux. *De l'art cybernétique au living-art*, Le Cube - Art 3000, Issy-les-Moulineaux. Séminaire professionnel. 16 novembre 2010.

Résumé : *Pendant son demi-siècle d'existence, ce que nous connaissons aujourd'hui sous le nom d'art numérique a pris plusieurs formes, associées à des noms différents. Souvent liées à la technique, les diverses appellations recouvrent aussi des problématiques esthétiques spécifiques. L'art cybernétique des années 50 mêlait plusieurs disciplines artistiques – spectacle vivant, architecture, arts plastiques, musique, scénographie – à des données et techniques scientifiques. Le mouvement propre était un de ses composants essentiels. Mais les pratiques étaient peu nombreuses, ce qui fait qu'elles sont restées dans l'ombre jusqu'au début des années 70, où l'art technologique a commencé à faire son apparition sous la plume des critiques. Cette appellation correspond au passage de la participation du public à son interaction avec l'œuvre. Elle culmine, en alternance avec art et nouvelles technologies, des années 80 jusqu'au milieu des années 90. Puis l'art numérique les supplante, en mettant l'accent sur l'ordinateur et sur son potentiel d'immersion. Le living art actuel va plus loin dans l'hybridation homme-machine : on n'est plus dans la simulation de comportements mais dans la relation avec des créatures autonomes.*

Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- Anne Laforet. *Net art and preservation : for museums and artists (panel Archive/Preservation II)*, conférence ISEA2010, Dortmund (Allemagne). Août 2010, <http://www.isea2010ruhr.org/conference/friday-27-august-2010-dortmund/p51-archive-preservation-II>
- Résumé :** *Artists have appropriated the Internet as soon as it became public to experiment new artistic, social and technical practices. The museums and cultural institutions that are interested by those works have to reconsider the way they commission, exhibit, collect and preserve artworks. Also, the challenges of long-term preservation change the ways artists*

think about their artworks. Free software, open formats and copy left licenses allow the artists to make the life duration of their works potentially longer, whatever the way their works is distributed.

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

Présentation du pôle

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.

Par rapport à la plupart des laboratoires de recherche, la spécificité 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 :

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

Enfin, il faut noter qu'en ouvrant très tôt dans la formation les portes du pôle 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 (bac+2) 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 et 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.

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 et responsable d'*ESIEA-labs*.
Email : wassner@esiea.fr
- **Benoît Petitpas** : ingénieur ESIEA et titulaire du master Systèmes d'Information Géographique, Benoît effectue sa thèse dans le cadre d'une collaboration tripartite avec l'École Doctorale ICMS de l'Université de Marne-la-Vallée et Télécom Paristech.
Email : petitpas@telecom-paristech.fr

Équipe non permanente

- Chercheur associé :
 - **Robert Terrisse** : ingénieur ESTP (École Spéciale des Travaux Publics de Paris) à la retraite.
Email : terrisset@esiea.fr
- Ressources externes au pôle. Celles-ci peuvent être soit internes à l'ESIEA, soit être des experts externes à l'ESIEA.

- Les étudiants internes/externes. Les étudiants internes participent activement au développement du pôle, dès la deuxième année d'étude. Cependant, les contributions les plus importantes proviennent des étudiants de 4A (*via* le Projet Applicatif Industriel et Recherche), de 5A (stage de fin d'études de 9 mois) ou de master 2 universitaire (6 mois en moyenne). Citons parmi les étudiants qui se sont illustrés Loïca Avanthey, Vincent Germain et Vincent Vittori entre autres.

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 notamment. 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 8.

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

- au moment de la gestion du flux de données en réception pour le 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, l'architecture logicielle de nos stations est basée sur 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

L'un des paramètres les plus importants dans l'estimation de l'évolution du changement global est le suivi des gaz à effet de serre. De part ses résolutions spatio-temporelles, la télédétection spatiale est un atout majeur pour réaliser cette mission. Cependant, la détection de gaz sur de grandes étendues spatiales est aujourd'hui techniquement très compliquée à faire. Aussi, ce sont classiquement des estimations indirectes qui sont effectuées. Parmi les différents processus producteurs de ces gaz, nous nous sommes intéressés à deux phénomènes particuliers : la détection des

feux de forêt (ou de savane selon l'endroit) et des éruptions volcaniques à partir des images MSG reçues par nos stations.

La première partie de l'algorithme cherche à isoler les zones où un événement est potentiellement en train de se passer. Si le problème est simple dans le cas des volcans puisqu'on connaît leur position géographique, le problème se complique avec les feux de forêt. Notre méthode commence par isoler sur les images thermiques les zones terrestres non nuageuses relativement ponctuelles qui dégagent beaucoup de chaleur en utilisant un filtre morphologique. Ensuite, on effectue une différence normalisée multispectrale entre les bandes $3.9\ \mu\text{m}$ et $10.8\ \mu\text{m}$ sur les zones détectées.

Il faut à ce stade tenir compte de l'influence du soleil sur les données de réflectance pour limiter les fausses détections. La deuxième partie de l'algorithme utilise un réseau de neurones artificiel où la base d'apprentissage sera notre propre base de données image sur laquelle on isolera des événements certains, comme des éruptions recensées par exemple. Après plusieurs tentatives, le vecteur d'entrée de notre réseau de neurones est composé de la température du volcan, de la température moyenne sur le voisinage et de l'angle zénithal solaire. On obtient ainsi un réseau de neurones par volcan, ce qui donne des résultats de détection très encourageants.

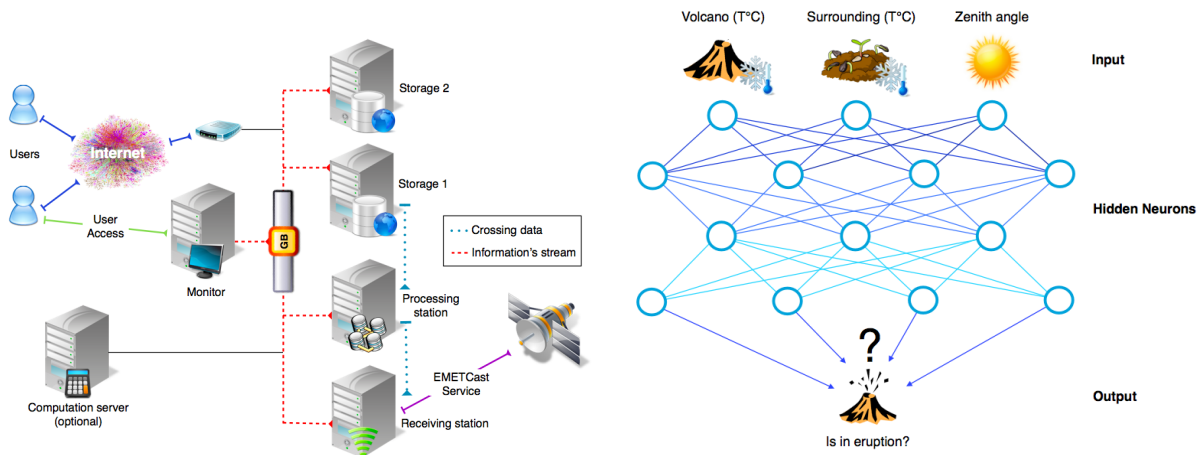


FIGURE 8 – Architecture hardware du réseau de stations de réception (à gauche) et principe de fonctionnement du réseau artificiels de neurones pour la détection des éruptions volcaniques (à droite).

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 ont aussi servi de point de départ pour des débats lors des Journées Portes Ouvertes de l'École qui ont lieu en moyenne 3 fois par an.

Au niveau de la promotion (i.e. tous les étudiants en même année de formation), de nombreuses conférences ont été organisées pour les étudiants de l'École (essentiellement 2A/3A). 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 5A ont 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 (2A à 5A) 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 aérien

Minidrone Faucon Noir

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 aériens et sous-marins. L'essentiel des efforts de cette année concernant les robots aériens a été consacré à l'évolution du minidrone à décollage vertical Faucon Noir ainsi qu'aux premiers essais sur aile fixe.

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. Pour simplifier, un drone est un robot volant sans pilote pouvant réaliser une mission de renseignement de manière semi-autonome. 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.

Le quadrirotor

Un quadrirotor est une structure en forme de croix sur laquelle est placé à chaque extrémité une hélice motorisée. En introduisant une différence de vitesse de rotation sur chacun des moteurs de manière coordonnée, le quadrirotor est capable d'effectuer toutes les manœuvres (sauf en vol inversé car il faudrait alors avoir des hélices à pas variable comme sur les hélicoptères). L'architecture générale de fonctionnement du robot a déjà été présentée dans le précédent rapport d'activité. Elle n'a globalement pas changée et est composée d'une couche bas niveau qui prend en charge en temps réel toutes les décisions critiques (comme le contrôle attitude par exemple) et d'une couche haut niveau qui est liée elle à la mission (comme le géoréférencement temps réel et direct des données par exemple).

Les principales fonctionnalités du drone Faucon Noir sont :

- la stabilisation automatique et temps réel du porteur. Cette fonctionnalité a été testée par l'emport d'une charge de 1kg à 80 cm du drone (pour mémoire le drone fait 1,5 kg sans charge utile).
- le décollage et l'atterrissage en automatique,
- le pilotage en embarqué utilisant un viseur tête haute (*Head Up Display*) dans lequel les principaux paramètres nécessaires à la mission (attitude du drone, orientation au nord, direction du prochain *check point*, qualité de la transmission, autonomie des batteries etc.) sont inscrutés en temps réel sur le flux vidéo provenant de la caméra embarquée.
- le géo-référencement temps réel du porteur affiché sur la station sol et des données acquises.

L'expérience acquise sur la première version, qui est actuellement en activité depuis maintenant 3 ans, nous a permis de définir un ensemble d'évolutions importantes intégrées dans une nouvelle version du porteur. Parmi celles-ci, nous avons travaillé par exemple sur la robustesse de la structure et sur la protection de son intégrité lors des transports. La nouvelle structure permet maintenant une utilisation du porteur en version quadri, hexa ou octo-rotors au choix. Il suffit d'ajouter les bras supplémentaires dans des emplacements prévus. La nouvelle forme des bras – tubulaire et non plus

plate – rend l’ensemble plus aérodynamique et lui permet de profiter pleinement de la puissance des moteurs. Les batteries, placées auparavant le long des bras, ont été déplacées dans une nacelle fixée sous le corps du drone, ce qui améliore aussi son aérodynamisme donc son endurance.

Un circuit de puissance a été ajouté : il permet de réduire le nombre de fils visibles au maximum en distribuant directement la puissance aux différents composants qui en ont besoin comme les variateurs *brushless* ou la carte électronique principale. Enfin l’ensemble de la structure a été usinée dans du carbone à l’aide d’une machine à commande numérique d’une précision millimétrique, ce qui le rend plus léger et bien plus précis au niveau de la mécanique de l’ensemble. La fixation des cartes électroniques est réalisée à l’aide d’entretoises elles-aussi usinées. Tout cela garantit une structure plus fiable.

Le train d’atterrissage est maintenant démontable, ce qui facilite le transport en valise. Sa forme en patins est également plus solide que celle en quatre points d’appui qui était utilisée. Par la même occasion, il permet de clipser la charge utile. Cette dernière devient donc facilement interchangeable. Le clipsage peut se faire dans différents sens, ce qui permet des orientations différentes (tous les 90 degrés) selon les besoins de la mission (voir figure 9).



FIGURE 9 – Évolution du quadricoptère Faucon Noir de la version 1 (à gauche) à la version actuelle (à droite).

La charge utile spécifique à la mission

Amélioration du support Après avoir développé le concept de capteurs multi-caméras directionnels à des fins de cartographie rapide l’année dernière, nous nous sommes concentrés cette année sur l’amélioration de la structure afin d’en réduire son poids et d’augmenter sa solidité. Nous avons tout d’abord amélioré l’analyse des contraintes mécaniques et réduit l’épaisseur de la structure en passant de 220 grammes (figure 10 (a)) à 85 grammes (figure 10 (b)), puis en passant du prototypage en plastique à une réalisation en carbone (figure 10 (c)).

Amélioration de la qualité d’image des couples stéréoscopiques L’amélioration de la qualité de prise de vue et de la synchronisation du système tri-caméras nous a permis de réaliser de nouvelles acquisitions stéréoscopiques compatibles avec des applications de reconstruction 3D fine (figure 11, travaux de B. Petitpas en partenariat avec l’Université Paris-Est/TelecomParistech).

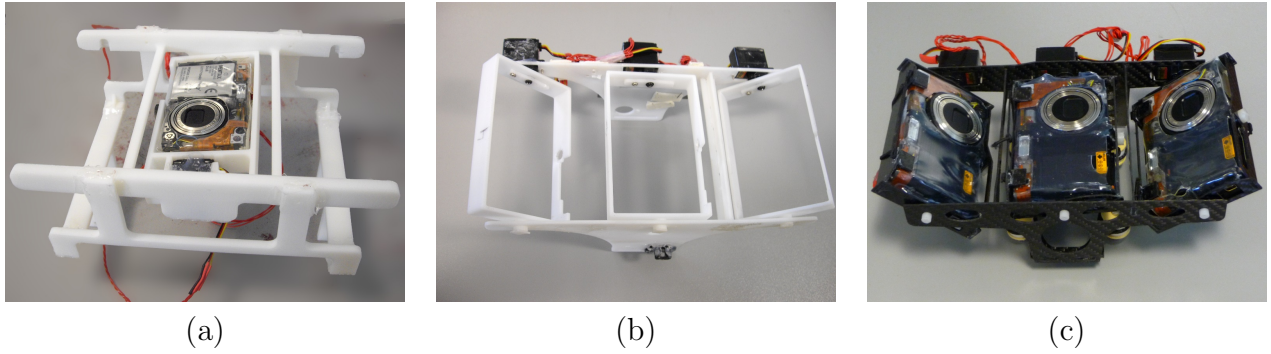


FIGURE 10 – Évolution des prototypes du support multi-caméras directionnel conduisant à une diminution drastique du poids et à une plus grande solidité.



FIGURE 11 – Nouvelles acquisitions simultanées pour des applications de stéréorestitution. — (a) Couple stéréoscopique acquis à 7 mètres de hauteur du sol avec une taille d'échantillon au sol de 1,5 millimètres. ©ATIS — (b) Nuage de points 3D obtenu par B. Petitpas. La meilleure qualité des images augmente la capacité de l'algorithme à reconstruire un nuage dense. ©Université Paris-Est/TelecomParistech/Petitpas



FIGURE 12 – Image utilisable pour l'identification des arbres. ©ATIS

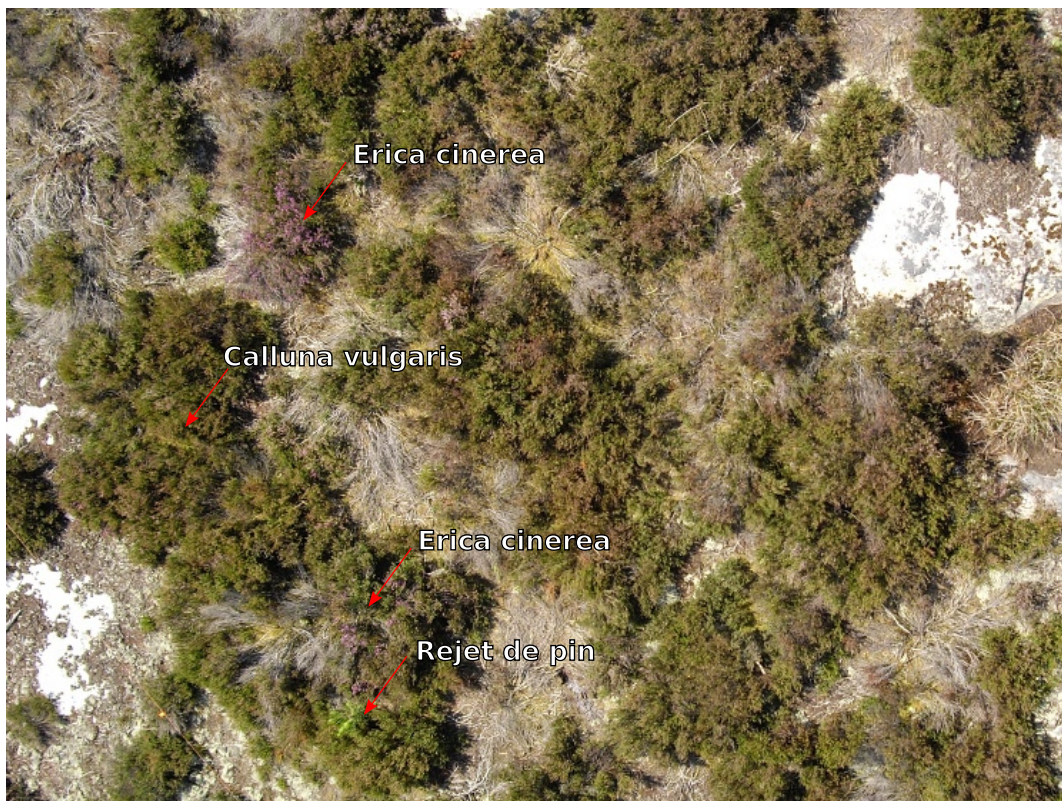


FIGURE 13 – Image utilisable pour l'identification des arbrisseaux. ©ATIS

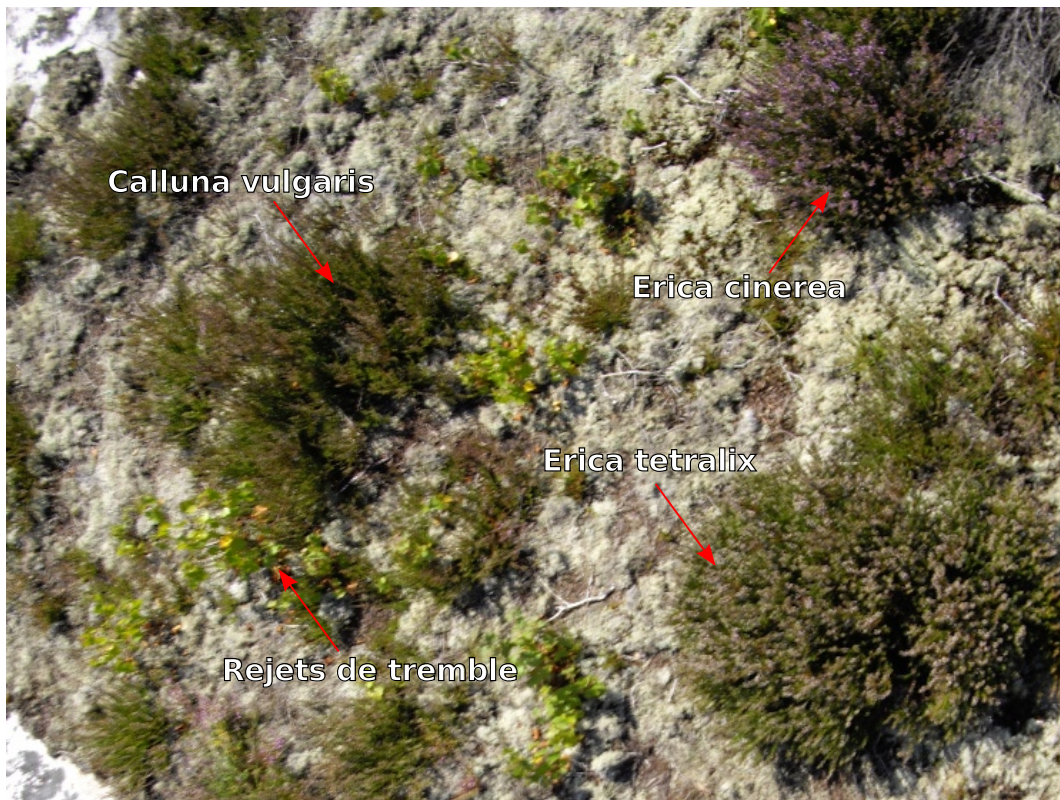


FIGURE 14 – Image utilisable pour la discrimination floristique. ©ATIS

Validation de l'intérêt du système micro-drone multi-caméras pour la cartographie de la biodiversité. L'analyse des données acquises sur la zone d'étude dite de la « Mare au joncs » en Forêt de Fontainebleau, France, par l'équipe Écologie tropicale de l'UMR 7179¹, a démontré un fort intérêt des images très haute résolution prises par le drone pour la cartographie de la biodiversité. En comparant l'interprétation possible entre des images IGN au 1/25000 et nos images acquises à basse altitude, leur rapport indique que « les images actuelles à haute résolution acquises par le drone sur ce dispositif seraient d'un apport déterminant dans la réalisation de la carte des types de végétation et de leur évolution temporelle ». En effet, si les images IGN permettent de distinguer la présence de trois grandes catégories de végétation (arbres, arbrisseaux et herbacées) sans pour autant pouvoir « affirmer cette interprétation, ni cartographier les individus des espèces ligneuses » (arbres et arbrisseaux), cette cartographie peut être réalisée en partie sur les images du drone qui permettent de distinguer quatre types de végétation parmi les sept types présents sur la zone photographiée :

- *Calluna vulgaris* haute continue,
- *Calluna vulgaris* ouverte discontinue,
- les formations à *Molinia caerulea*,
- les zones boisées.

On peut aussi « réaliser une cartographie positionnant les arbres et les rejets au sein de la lande d'une façon précise par rapport à la cartographie faite par relevé du terrain » et les images à très basse altitude montrent pour les botanistes un « intérêt pour cartographier les communautés végétales de grande valeur qui occupent une zone plus petite comme l'*Erica tetralix* » (figure 12 à

1. Département Écologie et Gestion de la Biodiversité. CNRS - MNHN

figure 14).

Enfin, concernant la gestion de la *Réserve Biologique Dirigée*, le rapport explique que « les deux menaces principales de la lande – le reboisement par les espèces ligneuses et l'apparition des graminées – ont été identifiées sur les images du drone » et qu'une « cartographie automatique de la végétation (Bruyère, Graminée, Boisement) » permettant de « calculer automatiquement la surface au sol recouverte par chaque classe de végétation » a pu être effectuée.

Ces images présentent donc un fort intérêt pour la cartographie des espèces ligneuses : « on peut positionner les arbres et les rejets et donc savoir la densité de ces individus sur une zone donnée », ce qui pourrait permettre « au gestionnaire de mieux planifier les interventions pour la gestion de ces milieux dans le cadre des programmes de maintien des landes ».

Une amélioration de la discrimination devrait pouvoir être obtenue en combinant l'acquisition avec les cycles phénologiques des plantes, en réduisant la taille de l'échantillon au sol et en ajoutant la capacité à percevoir l'infrarouge proche, ce qui ouvre autant de voies de recherche pour 2011.

Aménagement d'un système d'acquisition vidéo HD Afin d'avoir un retour vidéo et un enregistrement simultané en qualité HD de ce qui est vu par le drone, nous avons adapté à nos contraintes opérationnelles un caméscope grand public/bas coût (*Toshiba Camileo P10*) à partir de l'expérience acquise avec sur le détournement d'appareils photo (voir le rapport d'activité 2009). Les principaux apports de ces modifications sont une réduction drastique de poids (150 à 35 grammes) et une simplification de l'ensemble des contrôles (allumage, enregistrement) et de l'alimentation (figure 15). Malgré un effet de « *Rolling Shutter* » lié au capteur CMOS du caméscope et aux vibrations de l'appareil, nous avons pu obtenir des vidéos de qualité satisfaisante (figure 16).

La station Sol

La station sol est un élément essentiel des systèmes de drones permettant un flux d'échange de données constant entre l'appareil et les opérateurs. Un soucis particulier a été apporté cette année à la visualisation en temps réel de la trajectoire du drone (figure 17) mais aussi à un contrôle de haut niveau de la charge utile avec la prise de photo à la demande par l'opérateur au sol (figure 18). Enfin, la navigation topologique dans les données a été améliorée en terme de rapidité et de stabilité du logiciel.

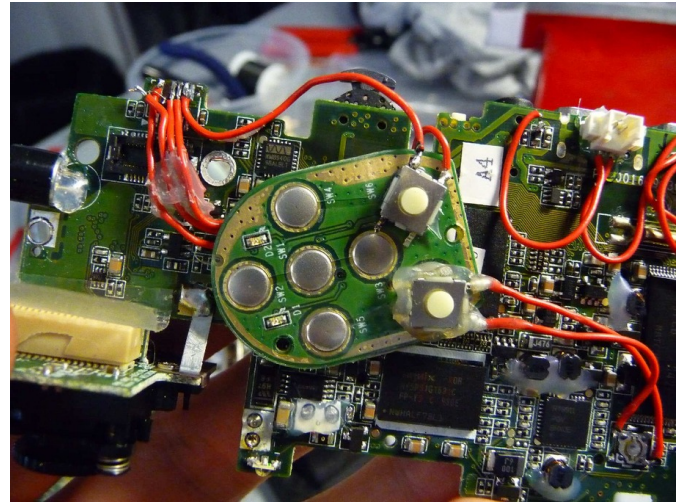
Aile Delt@

Pour diversifier ses activités de cartographie haute résolution, le pôle a développé en plus du mini-drone Faucon Noir un prototype de voilure fixe de type aile delta (figure 19). Les drones à voilure fixe ont une meilleure endurance et peuvent embarquer plus de charge utile que les drones à voilure tournante. En revanche ils ont besoin de plus de place pour les phases de décollage et d'atterrissage, et 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 transposable sur des porteurs à aile fixe beaucoup plus grands. Le second objectif est de former un plus grand nombre de nos étudiants aux technologies internes développées dans le pôle et ce, assez tôt, dans le cadre de leur formation (dès la deuxième année).

Fabriquée dans une mousse hautement résistante aux chocs et autres impacts divers (EPP ou Polypropylène expansé), les étudiants pourront apprendre et tester leur machine en toute sécurité. Ses caractéristiques ont été pensées pour coller aux besoins des étudiants : un petit format pour



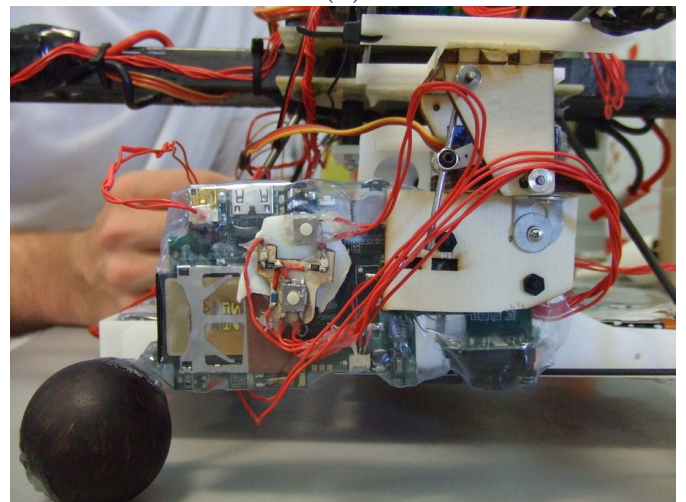
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURE 15 – Conditionnement du Camileo P10. — (a) Réduction du poids — (b) Simplification des contrôles, de l'alimentation et du retour vidéo. — (c) Une transformation drastique pour une efficacité opérationnelle maximale. — (d) La caméra, fixée sur une des branches du drone permet de voir ce que survole le capteur tri-caméras.



FIGURE 16 – On peut voir une image extraite de la vidéo HD obtenue lors d'un vol en région parisienne. ©ATIS

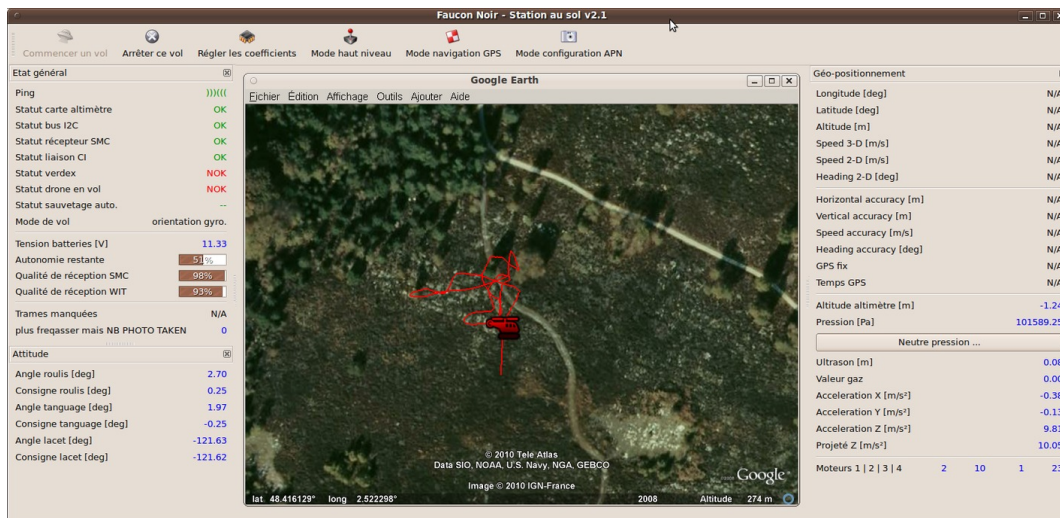


FIGURE 17 – Interface graphique de la station sol.

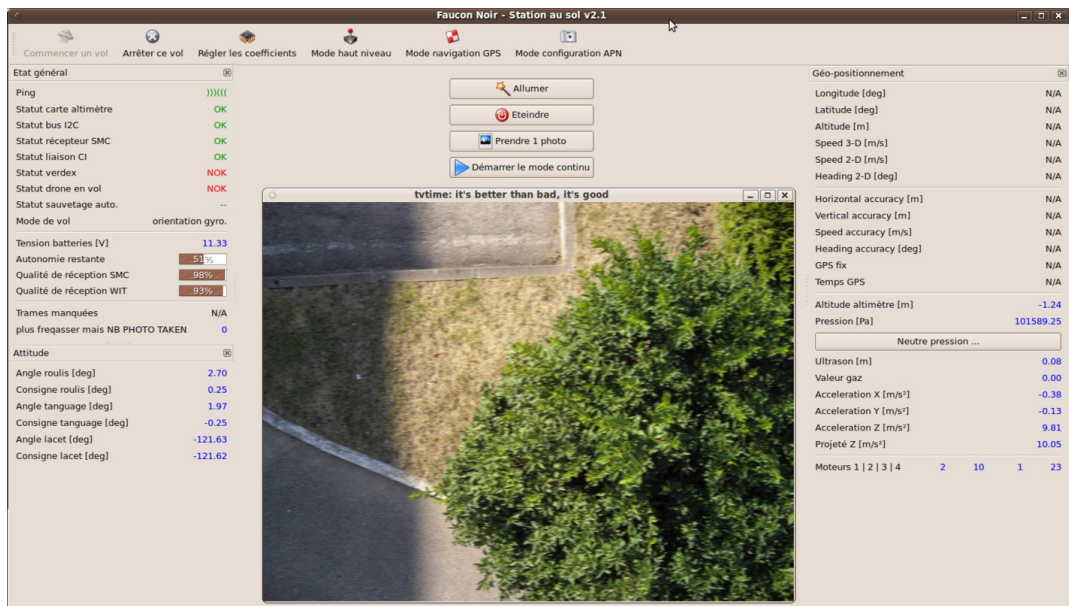


FIGURE 18 – Contrôle de la charge utile depuis la station sol.

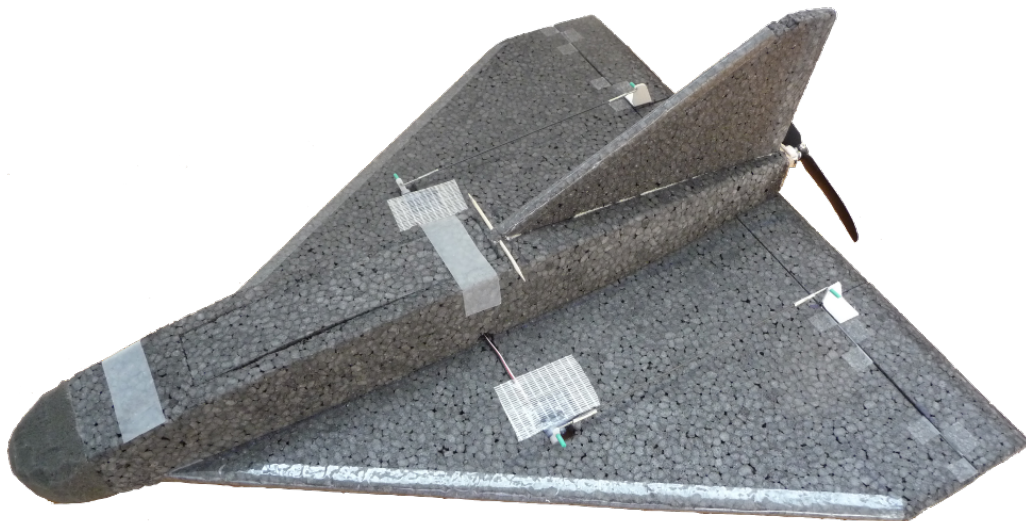


FIGURE 19 – Le prototype d'aile delt@.

pouvoir voler n'importe où même en indoor, un coût faible pour disposer de plusieurs prototypes, réalisables en une demi-journée et nécessitant peu de réparations.

Robots d'exploration sous-marins

Fort de son expérience Faucon Noir, 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 enjeu stratégique.

Dans cette section, on présente nos premiers travaux concernant le développement d'un drone sous-marin baptisé Aquatis et que l'on a présenté au concours européen de robotique sous-marine SAUC-E dont les épreuves ont eu lieu au NURC, le centre de recherche sous-marine de l'OTAN.

La structure externe d'Aquatis est composée de 2 coques cylindriques en alliage d'aluminium de 20 cm de diamètre et 5 mm d'épaisseur. Le cylindre le plus court (20 cm de long) contient des batteries Lithium-Polymère. Les batteries sont isolées du reste du robot pour limiter l'impact d'un éventuel embrasement de celles-ci et pour remplacer facilement le pack de batteries sans avoir à démonter de coque, ce qui augmente le risque de pénétration de l'eau dans le robot. Le tube principal, long de 40 cm, contient lui l'électronique embarquée. AQUATIS est doté d'une quille pour pouvoir être stabilisé dans un plan vertical à moindre coût énergétique. 4 propulseurs, répartis à l'avant, l'arrière pour les déplacements verticaux et à gauche et droite pour les latéraux, permettent au robot d'évoluer (voir la figure 20).



FIGURE 20 – Vision globale du drone sous-marin AQUATIS à gauche et une partie de l'équipe avant la mise à l'eau sur la base du NURC (OTAN) à droite.

Architecture hardware et software d'Aquatis

L'architecture hardware du robot est résumée en figure 21. Aquatis peut passer du mode autonome (AUV) au mode piloté à distance (ROV) puisqu'il suffit de connecter (ROV) ou pas (AUV) un câble ethernet entre l'ordinateur extérieur et l'ordinateur embarqué. Le mode piloté à distance est très utile lorsque l'on explore des milieux inconnus ou lorsque l'on souhaite avoir les données de

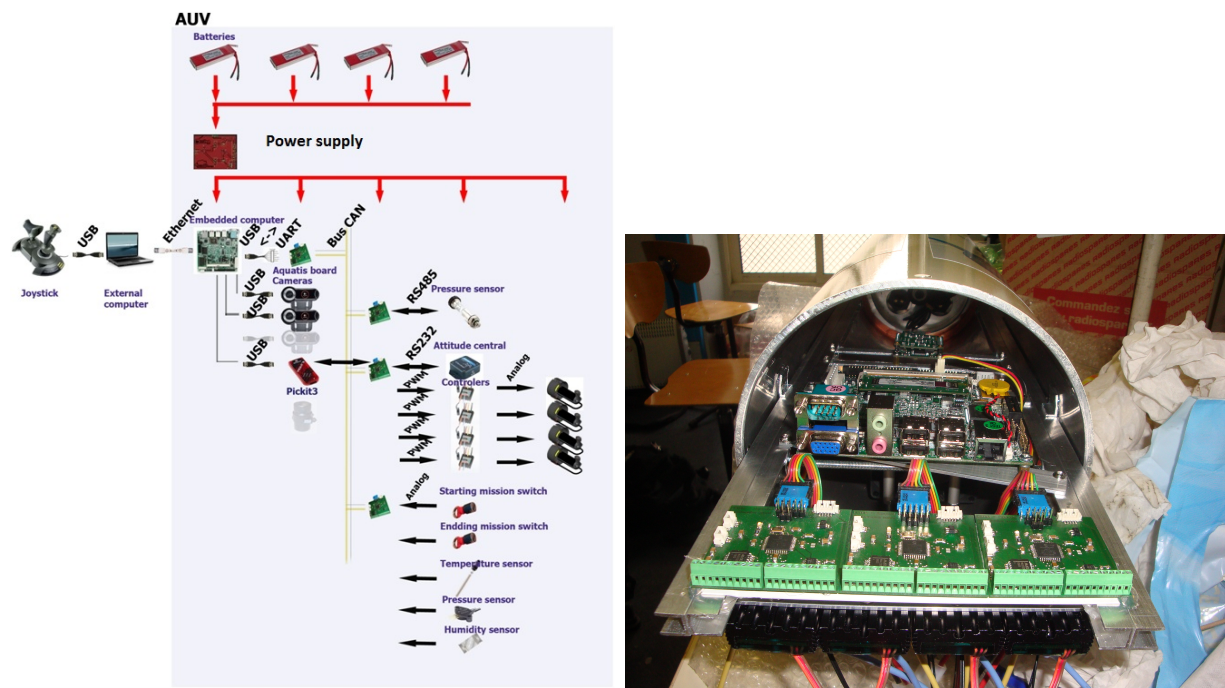


FIGURE 21 – Architecture hardware du robot Aquatis (à gauche) et un détail de l'électronique embarquée (à droite).

télémessure en temps réel notamment lors des phases de développements hardware/software. Le cerveau du robot est l'ordinateur embarqué. Ce cerveau prend des décisions de manière autonome en mode AUV en essayant d'optimiser la réussite de la mission en fonction des événements rencontrés. Pour cela, il faut tout d'abord que le robot connaisse sa mission et sache comment l'effectuer. Ensuite, il faut qu'il connaisse son environnement (pour éviter des obstacles ou localiser une cible par exemple), son attitude et où sa position relative dans son environnement. Enfin, il doit être capable d'interagir avec son environnement (se déplacer, attraper un objet...) et bien sûr savoir comment le faire (donc avoir des algorithmes de navigation ou de contrôle adaptés par exemple). Chacun des points précédents est très complexe à réaliser. Étant sous contrainte temporelle et budgétaire fortes, nous avons donc dû les simplifier.

Pour assurer la communication entre l'ordinateur embarqué et tous ses périphériques, nous avons opté pour une architecture pyramidale. Au sommet, tout est connecté en USB. Certains périphériques communiquent nativement en USB, comme les caméras, mais généralement ce n'est pas le cas. Aussi, la couche suivante de la pyramide va être une zone standardisée de communication entre tous les périphériques non USB. Nous avons choisi le bus CAN pour faire ce travail. Ainsi, le problème revient à convertir les différents protocoles de communication des périphériques (RS232, RS485, PWM...) en CAN pour la communication vers la couche inférieure, et convertir le bus CAN en USB pour la communication vers la couche supérieure (l'ordinateur embarqué). Ces conversions montantes/descendantes sont possibles grâce à une carte à tout faire développée par le pôle.

Cette carte à tout faire, basée sur un DsPic33F, est programmable et possède des aptitudes au calcul. Elle permet aussi de limiter les problèmes de logistique et de maintenance. L'alimentation électrique de cette carte est de 5 volt, ce qui permet de l'alimenter soit via le bus CAN, soit via le port USB lorsque la carte est connectée à un ordinateur. Cette dernière possibilité est très utile car elle permet la parallélisation des développements sans être physiquement dépendant du robot.

La reprogrammation des cartes lorsque celles-ci sont embarquées est possible sans avoir à ouvrir le robot. Pour cela, on utilise le câble ethernet pour accéder à l'ordinateur embarqué, ordinateur qui transmet alors les nouveaux programmes aux différentes cartes via des programmeurs connectés en USB.

Missions de haut niveau

Pour pouvoir effectuer des missions complexes au robot, chaque mission va être décomposée en sous-ensembles indépendants ou élémentaires. Pour chacun d'eux, un algorithme (une succession de tâches) est défini. Le robot a un temps limité pour réaliser une tâche. Selon la réussite ou l'échec de la tâche, l'ordinateur embarqué va décider comment continuer la mission (ce qui ne veut pas forcément signifier qu'il va passer à la tâche suivante, mais par exemple la sauter ou interrompre la réalisation de la mission par exemple). Ainsi, l'Intelligence Artificielle d'Aquatis est donc limitée à chercher un chemin optimal dans un arbre de décision connu a priori, et pas de construire au fur et à mesure de la mission cet arbre de décision. Cela implique qu'il faut définir un cas par défaut pour gérer les situations non prévues. La fin prématurée de la mission et le retour en surface représente un cas typique de cas par défaut.

Pour Aquatis, nous avons développé un système de contrôle et de planification de mission. L'opérateur humain décrit les différentes tâches qui composent la mission dans un langage de haut niveau. Ce fichier est alors traduit en un ensemble de fonctions de contrôle, à la manière d'un compilateur software.

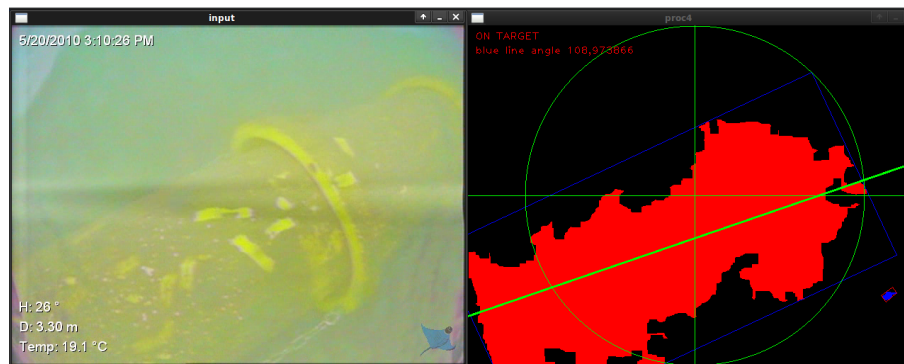


FIGURE 22 – image du pipeline (à gauche) et les résultats de l'algorithme avec en rouge les zones identifiées comme pipeline et la ligne verte une estimation de l'orientation du pipeline.

Une des missions du concours consistait à suivre un pipeline posé au fond du site. L'algorithme développé utilise la librairie **Opencv** et est composée des étapes suivantes :

- effectuer un filtre médian pour limiter les effets de bruit et uniformiser les zones colorées,
- passer de l'espace colorimétrique Rouge Vert Bleu à l'espace Teinte Saturation Valeur pour être moins sensible aux variations de luminosité,
- faire un filtrage adaptatif pour isoler la couleur jaune du pipeline. Le résultat est une image binaire blanc/noir,
- effectuer des opérations morphologiques pour remplir les zones correspondants au pipeline,
- extraire les contours à partir d'une méthode dérivée de l'algorithme de Suzuki,
- estimer la meilleure droite représentant l'orientation du pipeline.

La figure 22 montre une image du pipeline (à gauche) et les résultats de l'algorithme avec en rouge les zones identifiées comme pipeline et la ligne verte une estimation de l'orientation du pipeline.

Le projet Aquatis a été primé pour sa première participation remarquée au concours européen SAUC-E (voir section « Concours et prix »).

Nouvelles technologies et handicap

Projet Praticarte

L'objectif de ce projet 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 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.

Le principe du projet est résumé par la figure 23. Des contributeurs volontaires mesurent sur le terrain les données de praticabilité. 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 ensuite intégré dans un SIG communautaire et devient donc visible aux PMR.

Une des clés de la réussite du projet repose sur l'adhésion d'une large communauté de contributeurs aux mesures in-situ. Pour éviter que cette communauté soit rebutée par l'acquisition d'outils de mesures spécifiques, nous nous proposons de détourner une nouvelle technologie en pleine expansion et diffusion auprès du grand public : celle des smartphones et des tablettes tactiles. Ceci constitue une première innovation majeure de ce projet. Ces bijoux technologiques possèdent la puissance de calcul des ordinateurs et sont équipés d'une batterie impressionnante de capteurs (inclinomètre, caméra, GPS...). Ils sont aussi conçus pour permettre aux développeurs du monde entier de mettre

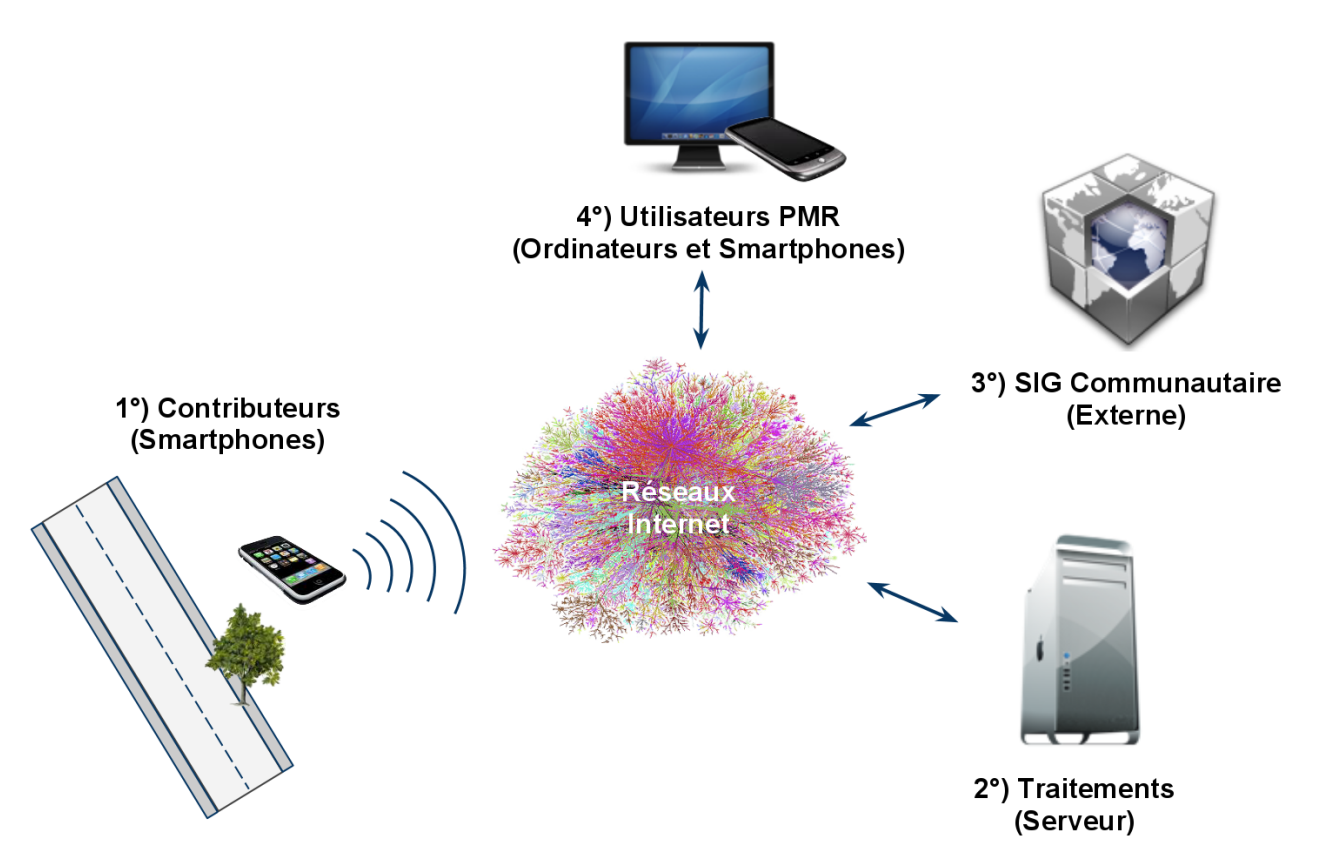


FIGURE 23 – Vision globale du projet

leurs contributions à disposition du plus grand nombre. C'est pourquoi nous pensons qu'ils sont les outils idéaux pour servir de support à ce projet ambitieux de cartographie collaborative.

En allant un peu plus loin dans le détail technique, nous pensons que les inclinomètres contenus dans la majorité des smartphones permettrait de mesurer efficacement les pentes et les dévers, tandis que les photos pourraient renseigner de l'état de la chaussée. Tous ces renseignements ainsi que les obstacles ponctuels pourront facilement être géolocalisés grâce au système AGPS (GPS + triangulation GSM) intégré. L'usage de l'interface tactile, rendant la contribution ergonomique, intuitive, facile et proche du ludique, augmente aussi les chances de contributions au système. Si cela se révèle possible, nous essayerons de permettre aux PMR elles-même de collaborer aux mesures de manière à leur donner la possibilité de reprendre le contrôle de leur environnement urbain.

Pour avoir un impact maximal, nous souhaitons que ces applications soient compatibles avec le plus grand nombre de solutions matérielles possibles, le nombre de contributeurs étant critique au système.

Ce projet est lauréat de la bourse Fondation Stéria - Institut de France 2010 (voir la section *Concours et prix*).

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)

Partenaires de recherche

- Équipe Géomatique Télédétection et Modélisation de Connaissances, 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, 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

Concours et prix

- **1ère place au concours national de la Fondation Stéria-Institut de France.-** Afin de développer les projets innovants d'utilité sociale, la fondation Stéria-Institut de France a créé une bourse qui vise à soutenir les projets d'étudiants mettant les technologies de l'information au service des personnes en difficulté.
Le projet Praticarte va pouvoir se concrétiser grâce à l'appui financier de cette bourse.
Site web officiel : <http://www.fondationsteria.org/>
- **1ère participation primée au concours européen de robotique sous-marine autonome (SAUC-E)-** Le Student Autonomous Underwater Vehicle Challenge Europe (SAUC-E) a pour objectif de stimuler l'innovation et la technologie, et d'encourager les jeunes à faire carrière dans les technologies sous-marines 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 ou le déminage sous-marin. L'ESIEA a reçu le prix de la meilleure première participation pour sa qualification à la phase finale du concours.
Site officiel : <http://www.nurc.nato.int/>

Publications et travaux du pôle ATIS

Revues internationales avec comité de lecture

- L. Beaudoin, D. Leblanc, A. Barthaux-Pavlin, L. Dupessey, F. Hoehl, L. Morillon, S. Vigo, “AQUATIS : the ESIEA’s Autonomous Underwater Vehicle for the 2010 Student Autonomous Underwater Competition - Europe (SAUC-E) competition”, in *International Journal of Maritime Engineering*, Transactions of the Royal Institution of Naval Architects, 2010.

Résumé : *The Ecole Supérieure d’Informatique d’Electronique et d’Automatique (ESIEA) is a French engineering School. Its main subjects taught are Electronics and Computer Sciences. ESIEA encourages its students to put their theoretical courses into application through original and practical projects. Some of them are developed with research laboratories of the School, which is an experience our undergraduate volunteer students appreciate. This article presents the work done in collaboration with the ATIS department, ESIEA’s research department dedicated to image and signal processing and which already has experience in an international autonomous robotics student contest.*

The first section of this article is an overview of the AQUATIS Project. It starts with hardware mechanics design (Shell and Thrusters) and continues with Hardware electronics. After commenting on the general architecture and the complexity of the project (mainly due to heterogeneous sensors and communication protocols), we detail the interest of a Homemade multifunction Board able to do any task. The third section is dedicated to high level missions (Mission Planning and Control System and near real time video analysis). The last section deals with the pedagogical interest of this kind of adventure.

Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- L. Beaudoin, A. Gademer, “Towards symmetrization of asymmetric air dominance : the potential key role playing by home-made low cost Unmanned Aerial Systems”, in *European Conference on Information Warfare and Security, ECIW2010*, Thessaloniki, Greece, 2010.

Résumé : *Unmanned Aerial Systems could play a crucial role in tactical intelligence. Until recently, as the cost of developing UAS was high, only military UAS were flying. But recent improvements in NTIC and model aircraft technologies allow the development of very low cost Unmanned Aerial Systems with very interesting operational performance characteristics. And this is a new equation to solve : new performance + low cost = potentially new threats. In this article, we start by briefly presenting the UAS world : history, classification, present main performances and missions. Then we focus on the mini/micro (i.e. tactical) UAS and describe briefly some of the more promising ones. To demonstrate that developing efficient low cost mini-UAS with operational possibilities is possible, we developed a Vertical Take Off and Landing one and tested it in an international contest organized by the French DGA/ONERA agencies and achieved very high resolution (centimetric) cartographic missions.*

We have faced practical and technical issues to be able to perform these missions. Thus, we will describe the tools we developed to improve its ability for operational mapping like, for instance, how to pilot a flight in immersion with a customizable HUD taking video broadcasts from the UAV and adding vector information in real-time on virtual reality glasses ; how to combine satellite and vector data with a path optimization algorithm to design relevant flight

plans and update them in real time to ensure data completeness, how to generate relevant geolocalization meta-data to be able to navigate in the database of produced images a few minutes after the landing and, finally, how to employ home-made open-source mosaicer to take advantage of the three simultaneous on-board digital cameras.

To perform a low cost UAS, we have hacked an off-the-shelf digital camera to allow an efficient on-board geo-localization in real time. As a conclusion, we talk about some potential threats possibly arising from our experience and how these threats could be a first step towards balancing asymmetric air dominance.

- B. Petitpas, L. Beaudoin, M. Roux, J.-P. Rudant, “Roughness measurement from multi-stereo reconstruction”, in *Photogrammetric Computer Vision and Image Analysis - PCV 2010*, Paris, France, 2010.

Résumé : *In this paper is presented a new method for computing surface parameters especially the surface roughness. This method is designed for easily reconstruct and extract informations from a collection of photos taken without any constraints. This lack of constraints is possible since camera calibrations can be computed by bundle adjustment auto-calibration method. 3D information can be then retrieved with disparity maps computed couple by couple and using triangulation techniques. This paper proposes a new statistically grounded extraction of the roughness directly on the 3D cloud point. Joining 3D and image processing methods, the roughness can be computed only on certain object with image segmentation. The results are shown on personal datasets proving the method robustness.*

- A. Gademer, B. Petitpas, Samira Mobaied, L. Beaudoin, B. Riera, M. Roux, J.P. Rudant, “Developing a low cost Vertical Take Off and Landing Unmanned Aerial System for system for centimetric monitoring of biodiversity - The Fontainebleau Forest case”, in *International Geoscience and Remote Sensing Symposium - IGARSS*, pp. 600-603, Hawaiï, USA, 2010.

Résumé : *Monitoring biodiversity is a very important task for numerous environmental studies, particularly in the Global Warming context. Remote sensing (aerial or spatial) has played a key role in this monitoring for years. With space imagery, the main limitation is actually due to the resolution (metric) which is not well adapted for estimating biodiversity in areas where species present only small areas are shrinking, like in the Fontainebleau Forest case. For aerial imagery, the main problem is the cost of a specific mission or the availability of the plane or the pilot. We propose in this article another solution : the use of a home-made Unmanned Vertical Take Off and Landing Aerial System, which is a good compromise between the spatial and aerial solutions, and test the validity and the robustness of the tools developed for biodiversity on a specific area of the Fontainebleau Forest.*

- L. Avanthey, V. Germain, A. Gademer, L. Beaudoin, J.P. Rudant, “Real time detection of forest fires and volcanic eruptions from Meteosat Second Generation images using a Neural Network”, in *International Geoscience and Remote Sensing Symposium - IGARSS*, pp. 1107-1110, Hawaiï, USA, 2010.

Résumé : *One of the most important parameters in the estimation of the evolution of global change is the gas composition of the atmosphere and its temporal variation. Amongst the various and complex processes that absorb or produce gases, the biomass burning has very*

important short and long term effects. Remote sensing plays a key role in monitoring these effects, but you have to make a compromise in temporal, spectral and spatial resolution. As burning savannas represents the main contribution to global biomass burning, monitoring Africa becomes a priority. Because of its near real time imaging capacities and its position over the African Continent, Meteosat Second Generation (MSG) appears to be a very adapted satellite to efficiently do this task.

The approach described in this article is based on an undergraduate project which test the potentiality of neural network for hot spot detection in MSG images. The main authors are the undergraduate student that have achieved this promising project.

- A. Gademer, B. Petitpas, L. Beaudoin, T. Tanzi, B. Riera, and J.P. Rudant, “Using centimetric visible imagery obtained from an UAV quadrotor for classification of ERS images”, in *European Space Agency Living Planet Symposium*, Bergen, Norway, 2010.

Résumé : *Interpreting remote sensing images, and SAR images in particular, is often a challenging task. The aim of this article is to explore how visible centimetre information taken from an Unmanned Vehicle System (UAS) could help in interpretation of radar images.*

After nearly two decades of operational use, it is very common to work with radar images like the ERS ones. But analysing radar images is a challenging task that could be helped with high spatial resolution data. But obtaining visible centimetre images on a particular scene is a complicated task. To face this difficulty, we have developed a small scale UAV dedicated to low altitude aerial remote sensing.

From the stereo pair acquired, we have computed dense disparity maps and deduced some roughness parameters. As there is a direct link between the soil roughness, the soil moisture and the radar backscattering, we think that theses measures can have a high added-valued to interpret generic radar images and even the amplitude and coherence images obtained during the interferometric treatment.

- A. Gademer, V. Vittori, L. Beaudoin, “From light to ultralight UAV”, in *International Conference Unmanned Aircrafts System Forum - Eurosatory*, Paris, France, 2010.

Résumé : *After presenting the context of light UAVs nowadays and the spreading of their applications in the civil world, we notice that the new problematic of the reasearch teams around the world refer to UAVs traffic and collaboration. The main hindrance we see in this process is the difficulty to jump from the simulator to the real world due to a still high price of the UAVs. We therefore propose a solution offered by the recent technological evolution : the use of very lightweight lowcost ultralight UAVs. We will end this presentation by looking at our technical solution of ultralight UAVs and concluded with the expected applications of this new type of tool.*

- B. Petitpas, A. Gademer, L. Beaudoin, M. Roux, B. Riera, J-P. Rudant, “Nouvelles méthodologies de mesures sur la végétation à partir de reconstruction 3D obtenues à partir de séquences photographiques terrestres ou aériennes”, in *Colloque international sur l’évaluation environnementale pour la gestion des ressources naturelles*, Antananarivo, Madagascar, 2010.

Résumé : *La méthodologie présentée permet d’effectuer des mesures dendrométriques. Ces mesures se font grâce à un nuage de points 3D obtenus par stéréo-restitution. Le nuage de*

points est reconstruit à partir d'une série de photographies. Les clichés peuvent être pris aussi bien au sol qu'à basse altitude, à l'aide d'un drone par exemple. Les informations dendrométriques sont extraites directement sur le nuage 3D sans passer par d'autres mesures sur le terrain.

Conférences internationales avec comité de sélection sans actes

- B. Petitpas, A. Gademer, L. Beaudoin, M. Roux, J-P. Rudant, “Système micro-drone multi-caméras pour l'extraction à la demande de rugosité de surface, in *XIIèmes journées scientifiques du réseau télédétection de l'Agence Universitaire de la Francophonie*, Agadir, Tunisie, 2010.

Stages et thèses préparés au pôle ATIS

Thèses soutenues au pôle ATIS en 2010

Ces thèses sont co-encadrées par Laurent Beaudoin.

- Antoine Gademer : *Réalité Terrain Étendue : une nouvelle approche pour l'extraction de paramètres de surface biophysiques et géophysiques à l'échelle des individus* (en co-direction avec l'Université de Marne-la-Vallée). Soutenance le 21 décembre 2010.

Thèses en cours

Ces thèses sont co-encadrées par Laurent Beaudoin.

- Benoit Petitpas : *Extraction de paramètres bio-géo-physiques de surfaces à partir d'une reconstruction 3D multi-stéréoscopique de données spectrales obtenus à l'aide d'un ensemble d'images*. (en co-direction avec l'Université de Marne-la-Vallée et Télécom Paristech). Débutée en septembre 2008.

Stages niveau Master M2 encadrés au pôle ATIS

- Corentin Chéron. *Électronique embarquée pour l'automatisation d'un drone quadrirotor*. Stage de fin d'études ESIEA, ESIEA ATIS, 2010.

Encadrements de projets étudiants

- A. Benali. *Station ATIS - intégration METOP*, ESIEA ATIS, 2009, (5A).
- Vincent Vittori, M. Jouen, O. Urbina. *Sous-motorisation d'un micro drone*, ESIEA ATIS, 2010, (3A).
- Vincent. Vittori, M. Jouen, V. Calcagno, T. Livet, S. Lion. *Électronique embarquée pour micro-drone*, ESIEA ATIS, 2010, (3A).
- P. Chalangeas, P. Henry, T. Ryden. *GPS différentiel*, ESIEA ATIS, 2010 (2A).

- J. Baud, H. Gonçalves De Oliveira, E. Lessuisse, R. Velfre. *Tracking 3D*, ESIEA ATIS, 2010 (3A).
- L. Dupessey, S. Vigo. *Électronique embarquée pour AUV*, ESIEA ATIS, 2010 (2A).
- A. Barthaux-Pavlin, W. Lourenco, T. Nokhamzon, N. Rousseau. *Aspects mécaniques et capteur de pression pour AUV*, ESIEA ATIS, 2010 (3A).
- L. Morillon, F. Hoehl, A. Kolodziev, *Développement d'un algorithme de vision embarquée pour le suivi d'un pipeline par un AUV*, ESIEA ATIS, 2010 (4A).
- D. Leblanc, G. Lafon, R. Vaquette, *Développements en électronique embarquée pour un AUV.*, ESIEA ATIS, 2010 (4A).

ATIS dans la presse

- *Remise de la bourse 2010 de la fondation Stéria - Institut de France*. La lettre d'actualité de l'Institut de France, 2010, <http://www.institut-de-france.fr/lettre-actualite/2010-05-24/lettre-2010-05-24.html>
- *L'ESIEA développe un système de guidage sur mesure pour les personnes handicapées*. Le Monde informatique, 2010, <http://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-l-esiea-developpe-un-systeme-de-guidage-sur-mesure-pour-les-personnes-handicapees-30687.html>
- *Le déplacement des personnes en situation de handicap en ville*. Handicapinfos, 2010, http://www.handicapinfos.com/informer/deplacement-personnes-situation-handicap-ville_15967.htm
- *Déplacement des personnes handicapées en ville : L'ESIEA développe un système de guidage sur mesure* Le projet « Praticarte » de l'ESIEA. Leader-emploi, 2010, <http://www.leader-emploi.com/visunews.net?idoffre=2428>
- *Le Projet "Praticarte" de l'ESIEA, lauréat de la Bourse de la Fondation Steria- Institut de France*. Sourcews.fr, 2010, <http://www.sourcews.fr/projet-praticarte-esiea-laureat-bourse>
- *Le Projet "Praticarte" de l'ESIEA, lauréat de la Bourse de la Fondation Steria- Institut de France*. Entreprise citoyenne, 2010, <http://www.entreprise-citoyenne.com/2010/06/le-projet-praticarte-de-lesiea-laur%C3%A9at-de-la-bourse-de-la-fondation-steria--institut-de-france.html>
- *Fondation Steria : a choisi de soutenir le projet "Praticarte"*. Boursier.com, 2010, <http://www.boursier.com/vals/ALL/fondation-steria-a-choisi-de-soutenir-le-projet-praticarte-news-383030.htm>
- *ESIEA's « Praticarte » Project - Winner of the Steria Foundation/Institut de France Grant*. Stéria, 2010, <http://www.steria.com/news/329/84/ESIEA-s-Praticarte-Project-Win>

ner-of-the-Steria-Foundation-Institut-de-France-Grant.htm

- *Practicarte : une carte numérique de déplacement pour les handicapés*. Lepost.fr, 2010, http://www.lepost.fr/article/2010/05/11/2070254_practicarte-une-carte-numerique-de-deplacement-pour-les-handicapes.html
- *Une carte numérique pour guider les handicapés dans la ville*. Industrie.com, 2010, <http://www.industrie.com/it/informatique/une-carte-numerique-pour-guider-les-handicapes-dans-la-ville.9818>
- *Le Projet « Praticarte » de l'ESIEA, lauréat de la Bourse de la Fondation Steria- Institut de France*. France-handicap.com, 2010, <http://www.france-handicap-info.com/articles/technologie.html>
- *SAUC-E, UT3 : the online magazine of the society for underwater technology*, august-september 2010, http://issuu.com/ut-2_publication/docs/8thurssinglefinal_1415/99
- *Des étudiants présentent leurs robots sous-marins lors d'un concours organisé par un centre de recherche de l'OTAN*, nato.int, 2010, http://www.nato.int/cps/fr/natolive/news_64828.htm
- *Robotic submarines part 1, part 2, part 3*, natochannel.tv, 2010,
<http://www.natochannel.tv/default.aspx?aid=4213>
<http://www.natochannel.tv/default.aspx?aid=4229>
<http://www.natochannel.tv/default.aspx?aid=4232>

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 2010 a permis au pôle RVSE de pérenniser différents contrats de recherche partenariale avec deux grands groupes :

- La société ESSILOR.
- La société GRUAU.

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.

Stages préparés au pôle RVSE

- Takahiro USHIROGI (Tama University, Tokyo, JAPON). *Interaction 3D inertielle sur Smartphone*. Durée 2 mois.
- Aurélien MILLIAT. (stage de fin d'études ingénieur ESIEA). *Développement d'applications de Réalité Virtuelle*. Poursuite des travaux de recherche sur le projet **Bee-oh !** pour le réseau biodiversité pour les abeilles. Durée 9 mois.

Publications du pôle RVSE

Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- Henri Robert, Stéphane Nouveau, Sébastien Gageot et Bertrand Gagnière (2010). *Peut-on prévoir une réparation mono-faisceau du LCA avec le laximètre GNRB ? (Can we plan a partial tear reconstruction of the ACL with the laximeter GNRB ?)*. Conférence annuelle de la Société Française d'Arthroscopie, 2 décembre 2010, Aix-en-Provence. Le résumé a été publié dans la *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*, Volume 96, numéro 7S, pp. 130–229, novembre 2010, Doi : 10.1016/j.rcot.2010.08.001.

Conférences nationales avec comité de sélection sans actes

- Franck CRISON, Aurélien MILLIAT, Naëm BARON, Yoann FAUSTER. *La réalité virtuelle au service des abeilles*. Colloque « Faisons une fleur aux abeilles », Assemblée Nationale, 26 janvier 2010, <http://www.campagnesetenvironnement.fr/-faisons-une-fleur-aux-abeilles-3128.html>

Prix & Récompenses

- Le projet Robograph mené par les élèves ingénieurs (4A) Alexandre Fouassier, Quentin Larroque et Alexandre Ryo, sous la direction de Marc Le Renard, a remporté le prix Art & Culture lors de Laval Virtual 2010. Ce projet PAIR (Projet Applicatif Industriel & Re-



FIGURE 24 – Remise du prix “Art & Culture - Laval Virtual 2010

cherche) développé pour Pascal Gautier de l’entreprise *Arevent* (<http://www.arevent.fr/>) visait à contrôler un bras robotisé industriel à partir de la capture d’un mouvement humain. La présentation du projet a été faite lors de *Laval Virtual 2010*.

La démonstration permettait à une personne de dessiner sur une tablette graphique de façon complètement intuitive et naturelle. Au fur et à mesure du dessin, des données sont envoyées en streaming à un ordinateur distant qui, une fois le dessin terminé, est capable de réinterpréter les données pour les fournir au bras robotisé (bras FANUC sur Laval Virtual) et ainsi lui permettre de reproduire le geste exact du dessin au trait.

Les étudiants ont développé un système de capture de mouvement pour tablette graphique et un interpréteur pour le Robographe. *Arevent* a apporté son expertise dans les bras industriels tout au long du projet pour mener à bien cette démonstration et avoir un cycle de « production » de robographie fiable. Le tout a été packagé dans une application permettant de régler la manière de faire l'acquisition et la précision de reproduction du mouvement pour le robot. L'application a été développée de telle façon que la capture de mouvement puisse aussi être faite dans l'espace (via des systèmes de tracking optique par exemple) afin de permettre une application industrielle de cette capture de mouvement (reproduction automatisée du mouvement naturel d'un peintre en carrosserie par exemple). L'intérêt du process mis en place par *Arevent* est que le spécialiste peut effectuer son mouvement sans contraintes (si ce n'est de l'équiper de quelques marqueurs réfléchissants), de façon naturelle et d'avoir quasi-instantanément un mouvement exploitable par un bras industriel.

Vidéos du projet : http://www.youtube.com/watch?v=mFXIfDg_VYY et <http://vimeo.com/11141875>.

Contrats et transferts technologiques 2010

- Contrat Essilor (responsable Marc Le Renard). 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...). De plus, RVSE réfléchit actuellement avec ESSILOR à de nouveaux axes de recherche pour monter en collaboration des projets et développer plus avant le partenariat recherche ESIEA/ESSILOR.

Dans la continuité de ce qui a été réalisé avec ESSILOR (voir le rapport d'activité 2009), le laboratoire RVSE est intervenu tout au long de l'année 2010 auprès du service en charge du simulateur de Réalité Virtuelle chez ESSILOR pour apporter des améliorations et de nouvelles fonctionnalités au système déjà existant.

De nombreuses améliorations ont été apportées sur l'ensemble du système (visualisation, tracking, nouvelles fonctionnalités proposées par l'ESIEA ou demandées par ESSILOR) et des environnements virtuels ont été mis en place pour les besoins spécifiques du service chez ESSILOR. La scène présentée en figure 25 est un exemple de ce qui a pu être développé en 2010. Cette scène représente de manière photo-réaliste une salle. Des produits spécifiques à ESSILOR y sont mis en scène. Pour des raisons de confidentialité peu d'informations peuvent être divulgués à ce jour. Le contrat mis en place en 2010 a été reconduit en fin d'année pour poursuivre notre collaboration avec ESSILOR sur leur système avec toujours de nouveaux développements innovants.

- Contrat GRUAU (responsable Sébastien Gageot). La société Gruau a obtenu un marché avec RENAULT pour transformer un véhicule utilitaire (VU) en minibus (volume approximatif de 4 500 véhicules). Certains devront être équipés d'une porte latérale coulissante (PLC) électrique. Plutôt que de se lancer dans un développement long et coûteux, leur démarche a été d'adapter la PLC du Mercedes NCV3 sur les VU RENAULT.

Le contrat mené pour la société Gruau consistait à faire en sorte que le boîtier de commande de la PLC Mercedes puisse être intégré dans le véhicule RENAULT ? Les principales étapes ont été :

- L'étude du système sur le NCV3.



FIGURE 25 – Simulation d'une salle avec équipements spécifiques ESSILOR

- Le maquettage sur table.
- L'intégration, les tests et réglages sur véhicule en Allemagne.
- Programme CAP'TRONIC (responsable Franck Crison). Il s'agit d'un programme de recherche de solutions technologiques et d'études de faisabilité.
 - Étude OTOADE, publicité écologique sur véhicule. Analyse fonctionnelle des besoins, recherche et identification de solutions technologiques, analyse technique/financière des solutions proposées. Projet confidentiel.
 - Étude CONVIVIAL SIDE, ordinateurs *design* sans fil. Recherche et proposition de solutions technologiques répondant à des contraintes techniques spécifiques. Projet confidentiel.
- Contrat CLARTE (responsable Marc La Renard). Réalité augmentée, test et expérimentation sur dispositif caméra-écran couplés.

L'exercice 2010 pour le laboratoire s'établit à 80 200,00 euros (état vérifié et validé par le commissaire aux comptes du groupe ESIEA).

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

Présentation du pôle

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 la formation :

1. du Mastère Spécialisé *Sécurité de l'Information et des Systèmes* (SI&S) (<http://www.esiea.fr/Web.Esiea.Public.Cat.Formation.Masteres.cuke?>) créé en 2004 à l'ESIEA Paris ;
2. du Mastère Spécialisé International *Network & Information Security* (N&IS, cours en anglais), créé en 2007 (http://www.esiea-recherche.eu/master_nis.html) à l'ESIEA Paris et enseigné à l'ESIEA Laval depuis 2009.

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.

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.
- 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 (nouveau thème qui sera développé en 2011). Il s'agit de comprendre l'impact sur la cryptologie et la virologie du phénomène de *transition de phase* observé expérimentalement dans la résolution pratique d'instances de problèmes NP-complets.
- Algorithmique de la sécurité et programmation sécurisée.

Composition du pôle SI&S

- Directeur 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.

- Doctorants

Benjamin Caillat (Ing. - Doctorant)
Email : caillat@esiea.fr
Virologie, sécurité réseau et systèmes.
[Remarque : de juillet 2010 à décembre 2010, Benjamin Caillat était invité à l'Université de Santa Barbara en Californie (UCSB ; laboratoire du Pr. C. KRUEGEL).]

Anthony Desnos (Ing. - Doctorant)
Email : desnos@esiea.fr
Virologie, sécurité des systèmes.
[Remarque : depuis août 2010, Anthony Desnos a rejoint l'équipe $(C + V)^0$ à Laval.]

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 Grosjes, 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*.

Stages encadrés au pôle SI&S en 2010

- Samir Megueddem. Stage de licence L3 Université de Valenciennes-Maubeuges. Encadré par Anthony Desnos. Thème : virologie.
- Robert Erra a co-encadré, avec Xavier Carcelle (/tmp/lab), un groupe PAIR (*Projet Application Industrielle et Recherche*) sur la sécurité des CPL. Le groupe de quatre étudiants : Baptiste Gobenceaux, Clementine Joseph, Damien Pierson et Maxime Raynaud. Les résultats ont été présentés dans le *Workshop on PLC*, par Xavier Carcelle et les étudiants sous le titre *Crashcourse : Securing a PLC Networks*; Conférence IAWACS 2010, ESIEA PARIS, Mai 2010.

- Nicolas Broquet. Stage Ouvrier ESIEA. Encadré par Anthony Desnos. Thème : librairie C permettant à un programme de déterminer la nature de l'environnement d'exécution (émulé ou non).

Publications du pôle SI&S

Ouvrages ou chapitres d'ouvrages

- Vincent GUYOT. Chapitre d'ouvrage en anglais, titre du chapitre *RFID Technology* (pp. 113-137), titre de l'ouvrage **Communicating Embedded Systems - Network Applications**, édité par Francine KRIEF (ENSEIRB, Bordeaux, France), publié par ISTE - WILEY, ISBN 9-781848-211445, janvier 2010.

Revue nationale à comité de lecture

- Vincent Guyot, Nicolas LANGUY, Lionel TOUGNE et Charles SOMXAY. *Le projet GET-IT ou la réalisation d'une table tactile*, GNU Linux Magazine France hors-série numéro 49 pp. 60-74, Éditions DIAMOND août 2010 (travail réalisé dans le cadre d'un PAIR.)

Conférences et articles invités (niveau international)

- Vincent Guyot. *Introduction to Smart Card Technology* (tutorial). Conférence IAWACS 2010, ESIEA PARIS, Mai 2010.
- Vincent Guyot. Workshop *Smart Cards*, Conférence hack.lu 2010, Luxembourg, 27-29 octobre 2010.

Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- Anthony Desnos. *Forensic and Software (Un)Obfuscation*, *European Conference in Information Warfare* (ECIW 2010, Thessalonique, <http://www.academic-conferences.org/eciw/eciw2010>)
- Benjamin Caillat, Robert Erra et Anthony Desnos. *BinThavro : towards a useful and fast tool for Goodware and Malware Analysis*, *European Conference in Information Warfare* (ECIW) 2010, Thessalonique, <http://www.academic-conferences.org/eciw/eciw2010>
- Vincent Guyot. *Smart Card - The Invisible Bullet*, *European Conference in Information Warfare* (ECIW) 2010, Thessalonique, pp. 80-87, <http://www.academic-conferences.org/eciw/eciw2010>

Conférences internationales avec comité de sélection sans actes

- Robert ERRA. *A Bezoutian algorithm for Egyptian Fraction*. Joint Mathematics Meetings, New Orleans, janvier 2011, http://www.ams.org/meetings/national/jmm/2125_intro.

html

- Vincent Guyot. *Smart Card As Stealthy Leakers*, Conférence Hack.lu 2010 Luxembourg, 27-29 octobre 2010.
- Anthony Desnos, Robert Erra et Eric Filiol. *Processor-Dependent Malware ...and codes*, conférence IAWACS 2010, Paris, France, 7-9 mai 2010.
- Xavier Carcelle, Baptiste Gobenceaux, Clementine Joseph, Damien Pierson et Maxime Raynaud. *Crashcourse : Securing a PLC Networks*; Conférence IAWACS 2010, ESIEA PARIS, Mai 2010.

Conférences Nationales sans comité de sélection et sans actes

- Anthony Desnos et Samir Megueddem. *iAWACS 2010 : questions autour des antivirus*, RSSIL 2010, Maubeuges, <http://www.rssil.org/>
- Robert ERRA. *Attaques semi-invasives de composants cryptographiques : passé, présent, futur*, RSSIL 2010, Maubeuges, <http://www.rssil.org/>

Rapports de recherche et preprints

- Anthony Desnos, Robert Erra et Eric Filiol. *Processor-Dependent Malware ...and codes*, novembre 2010, publié sur ArXiv : <http://arxiv.org/abs/1011.1638>. Il s'agit de la version article de la conférence donnée lors d'iAWACS 2010.

Activités scientifiques diverses

Organisation de conférences

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

- Anthony Desnos (*Program co-chair*), co-organisateur et organisateur du *Challenge pwn2kill*, iAWACS 2010 à Paris, http://www.esiea-recherche.eu/iawacs_2010.html
- Anthony Desnos (*comité d'organisation*). Conférence *EICAR 2010* à ESIEA Paris, Mai 2010.
- Robert Erra. (*comité d'organisation*), Conférence iAWACS 2010 à Paris, http://www.esiea-recherche.eu/iawacs_2010.html.
- Robert Erra. Comité de programme de la conférence SARSSI 2010, Menton, France, <http://www.hds.utc.fr/sarssi2010/?lang=fr>
- Robert Erra. (*comité d'organisation*), conférence *EICAR 2010* à ESIEA Paris, Mai 2010.

- Vincent Guyot (*comité d'organisation*), conférence *EICAR 2010* à ESIEA Paris, Mai 2010.
- Vincent Guyot. Comité de programme de la conférence SARSSI 2010, Menton, France, <http://www.hds.utc.fr/sarssi2010/?lang=fr>
- Vincent Guyot. (*comité d'organisation*), congrès DNAC 2010, Paris, France, novembre 2010, <http://www.dnac.org/Dnac10/>
- Vincent Guyot. (*comité d'organisation*), conférence *EICAR 2010* à ESIEA Paris, Mai 2010.
- Vincent Guyot. (*comité d'organisation*), conférence *iAWACS 2010* à Paris, http://www.esiea-recherche.eu/iawacs_2010.html.
- Vincent Guyot. Comité de programme de la conférence IEEE WOCN 2010, Colombo, Sri-Lanka 6-8 septembre 2010.
- Vincent Guyot. Comité de programme de la conférence IEEE AICT 2010 Tashkent, Ouzbekistan, 12-14 octobre 2010.

Par ailleurs, Anthony Desnos, Robert Erra et Vincent Guyot ont été relecteur de diverses revues :

- Anthony Desnos : *Journal of Computer Virology*.
- Robert Erra : *Journal of Computer Virology*.
- Vincent Guyot : *GNU Linux, MISC*.

Cours extérieurs et conférences pédagogiques

- Robert Erra. Conférence à l'ENPC. *Sécurité de l'Information*, Master Économie.
- Vincent Guyot. Cours sur les cartes à puce ; IPB - Institut Polytechnique de Bordeaux (ex ENSEIRB), <http://www.ipb.fr/>, Bordeaux, France.
- Vincent Guyot. Cours sur les cartes à puce ; Télécom & Management SudParis (ex INT), <http://www.it-sudparis.eu/>, Evry, France.
- Vincent Guyot. Cours sur 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 pour un magazine publié dans l'article « *Le bug surprise de l'an 2010* » à propos du bug de cartes bancaires survenu le 1er janvier. Parution dans le numéro de *01 Informatique* du 21 janvier 2010.

- Robert Erra. Interview filmée sur les arnaques au téléphones (dites *Ping Call*). Magazine *Envoyé Spécial*, pour France 2 (passage en Décembre 2010 ou Janvier 2011).
- Vincent Guyot. Entretien préparatoire à un article en ligne article *Une attaque man-in-the-middle sur les cartes bancaires*, à propos des recherches de l'équipe du Pr. Ross Anderson permettant de contourner le code PIN des cartes bancaires. Parution le 22 janvier 2010 sur le site web pro 01Net, <http://pro.01net.com/editorial/511511/une-attaque-man-in-the-middle-sur-les-cartes-bancaires/>.
- Vincent Guyot. Entretien pour un reportage télévisé démonstration technique sur les cartes à puce. Magazine *66 minutes* de W9.
- Vincent Guyot. Apparition dans un reportage télévisé à propos des nouveaux pirates de l'informatique, Magazine *Spécial Investigation* de Canal+.
- Vincent Guyot. Préparation d'un entretien pour la télévision, supervision d'une démonstration d'attaque sur VoIP (sur les arnaques au téléphones dites *Ping Call*). Magazine *Envoyé Spécial*, pour France 2 (passage en Décembre 2010 ou Janvier 2011).

Productions logicielles

- Anthony Desnos. *Draugr* : Live memory forensics on Linux (/dev/(k)mem, memory dump) (<http://code.google.com/p/draugr/>)

Contrats et transferts technologiques 2010

- Benjamin Caillat. Séjour de recherche à UCSB USA (juillet 2010 - décembre 2010).

Résumé.- De nombreux outils de sécurité effectuent une analyse des actions des processus afin de détecter des comportements anormaux ou suspects : ouverture de fichiers binaires, accès au réseau ... Ils intègrent généralement une liste de droits autorisant certains programmes identifiés à effectuer certaines opérations, considérées comme légitimes pour cet exécutable. Un programme malicieux souhaitant effectuer une opération qui ne lui est pas autorisé peut contourner ce schéma de protection en contrôlant un autre processus créé à partir d'un exécutable autorisé à exécuter cette action.

L'objectif de cette étude est de trouver un moyen pour détecter ce type de contournement. Le principe général est de mettre en place un mécanisme assurant un contrôle des interactions entre les processus, afin que lorsqu'une action est exécutée, on puisse savoir de quel processus elle provient réellement. Plusieurs solutions sont alors possibles : interdire l'action, placer le processus dans un mode de sécurité spécial ...

L'OS considéré est Windows XP. L'étude sera ensuite étendue à Windows Seven, en regardant l'impact des protections de sécurité ajoutées dans cette version. En terme d'action malicieuse, nous considérerons le téléchargement à partir d'Internet d'un exécutable et l'exécution. Le rapport sera publié début 2011 et soumis à la conférence USENIX 2011.

- Anthony Desnos. Participation au contrat DCNS RMS-0658 sur la protection des logiciels (confidentiel) piloté par le Laboratoire de Virologie et de Cryptologie Opérationnelles, ESIEA, Laval.
- Anthony Desnos. Participation au contrat DCNS RMS-0476 sur l'analyse de sécurité du logiciel antivirus **Clamav** piloté par le Laboratoire de Virologie et de Cryptologie Opérationnelles, ESIEA, Laval.
- Robert Erra. Expertise d'une application Fortran, ce travail est encore confidentiel car réalisé dans le cadre d'une action judiciaire en cours, liée à un problème de propriété industrielle. Montant : 3 000 euros.

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).

L'année 2010 s'est achevée avec la sécurisation du laboratoire selon les normes ERR et les prescriptions du ministère de l'Intérieur. L'homologation par les ministères compétents est en cours. Le laboratoire a désormais la capacité de mener des travaux classifiés dans le respect des réglementations existantes.

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), depuis janvier 2010

Email : josse@esiea-ouest.fr

Cryptographie, virologie, analyse de malware.

- Ingénieurs de recherche

- Mickaël Salaün

Email : salaun@esiea-ouest.fr

Sécurité système et réseau.

- Olivier Ferrand

Email : olivier.ferrand@esiea-ouest.fr

Programmation sécurisée, sécurité système.

- Chercheurs

- Abir Awad (Ph D)

Email : awad@esiea-ouest.fr

Cryptographie chaotique.

- Doctorants

- Jean-Marie Borello

Email : borello@esiea-ouest.fr

Virologie.

- 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.
- Chercheurs associés
 - François Déchelle (Ph D)
Email : `dechelle@esiea-ouest.fr`
Systèmes, analyse hardware (JTAG)
 - Geoffroy Gueguen (Ms Sc.)
Email : `gueguen@esiea-ouest.fr`
Virologie informatique, systèmes.
 - Grégoire Jacob (Ph D)
Email : `jacob@esiea-ouest.fr`
Virologie, informatique formelle, analyse de malware.
 - 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 diplômes d'ingénieur, de préparer une thèse.
 - Baptiste David (2A).
Email : `baptiste.david@et.esiea-ouest.fr`
Virologie, cryptographie.
 - Jean-Paul Fizaine (5A)
Email : `fizaine@esiea-ouest.fr`
Virologie.

- Jonathan Dechaux (5A)
Email : `dechaux@et.esiea-ouest.fr`
Virologie, systèmes.

Stages et thèses préparés au laboratoire

Thèses préparées au laboratoire

- Thèse de Jean-Marie Borello, (en co-direction avec Ludovic Mé, Supélec Bretagne). Ecole doctorale de l'Université de Rennes. *Étude du métamorphisme viral : modélisation, conception et détection*. Cette thèse a débuté en septembre 2005. La soutenance aura lieu le 1er avril 2011, à Rennes.
- Thèse d'Adrien Derock. Thèse Ciffre DCNS, (en co-direction avec Pascal Véron, Université de Toulon et du var). Ecole 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 est prévue pour le second semestre 2011.
- Thèse de Nicolas Bodin. Ecole doctorale Ecole Polytechnique, Palaiseau. *Formalisation et conception d'un moteur de stéganographie sous environnements PC et Mobiles*. Cette thèse a débuté en octobre 2009.
- Thèse de Christophe Grenier. Thèse Ciffre DCNS, Ecole doctorale Ecole Polytechnique, Palaiseau. *Formalisation et implémentation de techniques de protection logicielles au niveau algorithme (code source)*. Cette thèse a débuté en décembre 2009.
- Thèse d'Anthony Desnos. *Techniques d'obfuscation dynamique*. Ecole doctorale Ecole Polytechnique, Palaiseau. Cette thèse a débuté en septembre 2010.
- Thèse de Michel Dubois. *Etude combinatoire de la mise en équations sur $GF(2)$ des algorithmes de chiffrements par bloc*. Ecole doctorale Ecole Polytechnique, Palaiseau. Cette thèse a débuté en septembre 2010.

Stages encadrés au laboratoire en 2008

- Cécile Duvigneau. *Analyse et génération de primitives de chiffrement par bloc* (rapport classifié). Stage Master 2P Spécialité Cryptologie et Sécurité Informatique, UFR Mathématiques et Informatique de l'université Bordeaux I. Stage de 6 mois.
- Geoffroy Gueguen. *Study of Van Wijngaarden grammars and formalization of combined malwares*. Stage Master 2, IFSIC, Université de Rennes. Stage de 6 mois.
- Eloi Vanderbeeken. *Attaques par techniques de cryptographie malicieuses* (rapport classifié). Stage Master 1P Spécialité Cryptologie et Sécurité Informatique, UFR Mathématiques et

Informatique de l'université Bordeaux I. Stage de 4 mois.

- Olivier Ferrand. *Durcissement et sécurisation de l'antivirus CLAMAV*. Stage fin d'études Ingénieur ESIEA. Ce stage a donné lieu à une publication.
- Kathleen Jarrot. *Programmation et analyse combinatoire du mini-AES*. Stage Licence professionnelle, IUT Laval. Stage de 3 mois.
- Fabien Jobin. *Implémentation de la technologie PERSEUS pour le protocole Torrent*. Mastère spécialisé SSI, Supélec. Stage de 5 mois. Ce stage a donné lieu à une publication logiciel libre et à une publication (article de journal à comité de lecture à paraître en février 2011).
- Jonathan Dechaux (4A) - Jean-Paul Fizaine (4A) - Kenza Jaafar (4A) - Romain Grivaux (4A) - Projet PAIR ESIEA. *Nouvelles approches et techniques dans l'évaluation des logiciels antivirus*, Projet PAIR ESIEA. Ce travail a donné lieu à deux publications internationales (EICAR 2010 & iAWACS 2010).
- Jonathan Dechaux (5A) - Jean-Paul Fizaine (5A). *Techniques d'attaques via des documents (Microsoft ou Open) Office*. Stage XL. Ce travail a donné lieu à deux publications internationales (Hack.lu 2010 et ECIW 2011).

Publications du laboratoire

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Eric Filiol. *Virus and Malware*. Chapitre 34 du livre *Handbook of Information and Communication Security*, Mark Stamp & Peter Stavroulakis ed., pp. 741–763, Springer Verlag, ISBN 978-3-642-04116-7.
- Eric Filiol. *Aspects opérationnels d'une cyberattaque : renseignement, planification et conduite*. Chapitre de l'ouvrage *Cyberguerre et guerre de l'information - Stratégies, règles, enjeux* sous la direction de Daniel Ventre, Hermès Lavoisier, ISBN 978-2-7462-3004-0.
- Eric Filiol. Préface du livre Eric Przyswa *Cybercriminalité et contrefaçon*. Editions FYP, ISBN 978-2-916571-47-8.

Revue internationale à comité de lecture

- Abir Awad and Dounia Awad. Efficient Image Chaotic Encryption Algorithm with No Propagation Error. *ETRI Journal*, Vol. 35, issue 5, pp. 774–783, 2010.
- Jean-Baptiste Bédune, Eric Filiol and Fred Raynal. Cryptography : all-out attacks or how to attack cryptography without intensive cryptanalysis. *Journal in Computer Virology*, Vol. 6, issue 3, pp. 207–237, 2010.
- Jean-Marie Borello, Eric Filiol and Ludovic Mé. From the design of a generic metamorphic

engine to a black-box classification of antivirus detection techniques. *Journal in Computer Virology*, Vol. 6, issue 3, pp. 277-287, 2010.

- Mickaël Salaün. Practical overview of a Xen covert channel. *Journal in Computer Virology*, Vol. 6, issue 4, pp. 317-328, 2010.
- Abir Awad and Abdelhakim Saadane. New Chaotic Permutation Methods for Image Encryption. *IAENG International Journal of Computer Science*, Vol. 37, issue 4, 2010.

Revue nationale à comité de lecture

- Eric Filiol. Menaces virtuelles ... bien réelles. *L'Abécédaire des Institutions*, Cahier 42 « Sécurité – Un monde en alerte », pp. 19-23, 4ème trimestre 2009. Parution en janvier 2010.
- Nicolas Bodin. Patchwork Stéganographie. *MISC – Le Journal de la Sécurité Informatique*, numéro 47, pp. 75-82, Janvier/Février 2010.
- Olivier Ferrand et Eric Filiol. Durcissement et sécurisation du code source de l'antivirus Clamav. *GNU Linux Magazine* volume 131, page 30-40, octobre 2010.
- Eric Filiol. Cryptanalyse du chiffrement Office. *MISC – Le journal de la Sécurité Informatique*, numéro 49, pp. 72-82, mai-juin 2010.
- Eddy Deligne et Adrien Derock. Etat de l'art sur les hyperviseurs de sécurité. *GNU Linux Magazine* 132, pp. 64-71, octobre 2010.

Conférences et articles invités (niveau international)

- Eric Filiol. *Quelques réflexions sur les attaques possibles contre un système de vote électronique*. Journée d'études du projet NORMAPOL (*Normalisation technique dans l'ordre politique*) sous la présidence de M. le Sénateur-Maire Philippe Dallier, 14 janvier 2010, Palais du Luxembourg.
Programme disponible sur <http://www.esiea-recherche.eu/data/Programme-a4-V0.1.pdf>
Résumé : Cette présentation traite des attaques possibles, répertoriées et pour certaines d'entre elles testées (dans le cas du vote via Internet) contre les systèmes de vote électronique. Il s'agira de montrer que d'une part cela est techniquement facile et que d'autre part, contrairement aux idées reçues, il n'est pas nécessaire de mener des attaques à grande échelle pour altérer un vote.
- Eric Filiol. *Cyberwarfare Techniques - A journey into Black Info Ops*. NATO Symposium in Electronic Warfare, Rennes, 18 juin 2010.
- Eric Filiol. *Cryptanalysis Workshop – Breaking weak or misimplemented systems (tutorial)*. http://2010.hack.lu/index.php/Workshops#Cryptanalysis_Workshop_-_Breaking_weak_or_misimplemented_systems, Hack.lu 2010, Luxembourg, Octobre 2010.

- Eric Filiol. *Detection and Operational Cryptanalysis of Weakly Implemented, Weak or Trapped Encryption Systems. A Step-by-Step Tutorial - Part I & II*. Tutoriel H2HC. Les supports (slides, programmes sont disponibles sur le site du projet Mediggo; voir section Productions Logicielles). Novembre et décembre 2010. <http://www.h2hc.com.br/treinamentos.php#cryptography>

Conférences et articles invités (niveau national)

- Eric Filiol. *Sécurité informatique et intelligence économique : comment cibler une entreprise. Les techniques de déstabilisation et d'attaque informatique*. Conférence débat devant l'association des médaillés de l'Ordre National du Mérite, section Mayenne, 21 mars 2010.
- Eric Filiol. *(In)Sécurité informatique des entreprises*. CNAM Pays de la Loire, Nantes, 27 mai 2010. <http://www.cnam-paysdelaloire.fr/in-securite-informatique-des-entreprises-45431.kjsp?RH=ACCUEIL>
- Eric Filiol. *Faillite des antivirus : pourquoi les antivirus ne peuvent être une protection efficace à eux seuls*. GREPSSI, Toulon, 28 mai 2010. <http://www.grepssi.org>
- Eric Filiol. *Faillite des antivirus : pourquoi les antivirus ne peuvent être une protection efficace à eux seuls*. Intervention d'ouverture devant les DSI et responsables informatiques du groupe Crédit Agricole dans le cadre de la journée de veille sur la sécurité organisée par le CPST dans le cadre du GT MS01-T, 3 juin 2010, Espace Amundi, Paris.
- Eric Filiol. *Table ronde et conférence (avec démonstrations techniques) Intelligence économique – Espionnage et contre-espionnage dans les entreprises, Fiction ou réalité* Les Antaxiales, 3 juin 2010, Laval.
- Eric Filiol. *Sécurité informatique et intelligence économique : comment cibler une entreprise. Les techniques de déstabilisation et d'attaque informatique*. Déjeuner-débat du ME-DEF Mayenne, Chateau-Gontier, 17 juin 2010.
- Eric Filiol. *Sécurité informatique et intelligence économique : comment cibler une entreprise*. 68ème Séminaire « Jeunes » de l'Institut des Hautes Études de Défense Nationale, École du Génie Angers, 31 août 2010.
- Eric Filiol. *Cyber guerres et cyber sécurité - Etat de la menace*. Séminaire SSI des officiers supérieurs des Transmissions, Ecole des Transmissions, Rennes, 28 septembre 2010.
- Eric Filiol. *Atelier Full-disclosure*. La Cantine, Paris, 30 septembre 2010. Simulation du procès d'un hacker. <http://lacantine.org/events/full-disclosure-toutes-les-verites-informatiques-sont-elles-bonnes-a-dire-lawtech-la-rencoutre-des-communautés-du-droit-et-de-la-technologie>
- Eric Filiol. *Sécurité informatique et intelligence économique : comment cibler une entreprise*. Séminaire Sciences-Technique-Société 2010, INSTN - CEA/Saclay, 5 novembre 2010.

- Eric Filiol. *Etat de l'art de la virologie en 2010*. Séminaire industriel de la Sécurité des Systèmes d'Information, DCNS, Toulon, 10 décembre 2010.
- Laurent Dubeaux, Olivier Ferrand et Eddy Deligne. *Vulnérabilités matérielle (exploitation du port Firewall), logicielle (corruption de la table des appels systèmes, sécurisation et durcissement de l'antivirus CLAMAV)*. Séminaire industriel de la Sécurité des Systèmes d'Information, DCNS, Toulon, 10 décembre 2010.
- Geoffroy Gueguen. *TPM : un composant matériel pour la sécurité, démonstrations*. Séminaire industriel de la Sécurité des Systèmes d'Information, DCNS, Toulon, 10 décembre 2010.
- Eric Filiol. *Cyberguerre et guerre de l'information – Stratégies, règles, enjeux*. Conférence-débat organisée autour de François Chauvancy, officier projets au Centre Interarmées de Concepts, Doctrines et Expérimentations (CICDE), Eric Filiol, expert en sécurité informatique, Directeur de recherche à l'École supérieure d'informatique, électronique et automatique (ESIEA) de Laval, Daniel Ventre, ingénieur au CNRS et chargé de cours à Télécom ParisTech et François-Bernard Huyghe, chercheur à l'IRIS, responsable de l'Observatoire Géostratégique de l'information. Institut de Relations Internationales et Stratégiques (IRIS), Espace Kiron, Paris, 14 décembre 2010, <http://www.iris-france.org/manifestations/agenda-anterieure.php>

Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- Hervé Debar, Eric Filiol et Grégoire Jacob. *Formalization of Viruses and Malware Through Process Algebra*. IEEE Fourth International Workshop on Advances in Information Security (IEEE-WAIS'2010), 15-18 février 2010, Cracovie, Pologne, <http://www.cs.iupui.edu/~durresi/wais2010/program.html>
- Eric Filiol. *How to operationnally detect the misuse of stream ciphers (and sometimes of block ciphers) and break them*. Black Hat Europe 2010, Barcelone, 12-15 avril 2010. Papier et slides disponibles sur <http://www.blackhat.com/html/bh-eu-10/bh-eu-10-archives.html#Filiol>
- Jonathan Dechaux, Jean-Paul Fizaine, Romain Griveau et Kenja Jaafar. *New trends in Malware Sample-independent AV Evaluation with Respect to Document Malware*. 19th EICAR Conference, May 10–12th, Paris, France, pp. 93–114, 2010.
- Adrien Derock, Patrick Hébrard et Frédérique Vallée. *Convergence of the Latest Standards Addressing Safety and Security for Information Technology*. Fifth International Congress and Exhibition on Embedded Real-Time Software and Systems (*ETRS²* 2010), 19-21 mai 2010, Toulouse, France. Actes disponibles sur <http://www.erts2010.org>
- Abir Awad et Abdelhakim Saadane. *Efficient chaotic permutations for image encryption algorithms*. World Congress in Engineering – ICCSE(WCE-ICCSE'2010), London, June 30th – July 2nd, pp. 748-753, ISBN : 978-988-17012-9-9. Ce papier a reçu le “Certificate of Merit for The 2010 International Conference of Signal and Image Engineering”. L'article est disponible sur http://www.iaeng.org/publication/WCE2010/WCE2010_pp748-753.pdf

- Eric Filiol. *Anti-Forensic Techniques Based on Malicious Cryptography*. 9th European Conference in Information Warfare, Thessalonique, Grèce, June 30th - July 2nd, pp. 63–70, Academic Conference International, 2010.
- Jonathan Dechaux, Eric Filiol et Jean-Paul Fizaine. *Office documents : new weapons of cyberwarfare*. Hack.lu 2010, 27-29 octobre 2010, Luxembourg. Article et slides disponibles sur <http://archive.hack.lu/2010/>. Les vidéos des démonstrations sont disponibles sur http://www.youtube.com/watch?v=tjqk_FRfdg et <http://www.youtube.com/watch?v=QD3pItsYHnk>
- Anthony Desnos. *Dynamic, Metamorphic (and open source) Virtual Machines*. Hack.lu 2010, 27-29 octobre 2010, Luxembourg. Article et slides disponibles sur <http://archive.hack.lu/2010/>
- Eric Filiol. *Malicious Cryptography Techniques for Unreversible (malicious or not) binaries*. H2HC 2010 Conference, Sao Paulo Brésil, November 27-28th, 2010 et Cancun, Mexique, December 3rd, 2010. Les actes seront disponibles sur le site <http://www.h2hc.com.br> courant 2011. Voir aussi <http://www.h2hc.com.br/palestrantes.php?venue=cancun&lang=en#Speaker3>

Conférences internationales avec comité de sélection sans actes

L'article en version étendue pour ces conférences est en général publié en *Open Access* (voir section correspondante).

- Eric Filiol et Geoffroy Gueguen. *New Threat Grammars*. iAWACS 2010, 8 mai 2010, Paris, France. Slides disponibles sur http://www.esiea-recherche.eu/data/iawacs2010/slides/gueguen_filiol_iawacs2010.pdf
- Eddy Deligne et Eric Filiol. *The Perseus lib : Open Source Library for TRANSEC and COMSEC Security*. iAWACS 2010, 8 mai 2010, Paris, France. Slides disponibles sur http://www.esiea-recherche.eu/data/iawacs2010/slides/filiol_deligne_iawacs2010.pdf
- Alan Zacardelle. *sAVEX a new way to bypass Antivirus protection*. iAWACS 2010, 8 mai 2010, Paris, France. Slides disponibles sur http://www.esiea-recherche.eu/data/iawacs2010/slides/zacardelle_iawacs2010.pdf
- Baptiste David. *Do you still believe that nobody can make a Win 7 system become useless despite using a "powerful" antivirus ?* iAWACS 2010, 8 mai 2010, Paris, France. Slides disponibles sur http://www.esiea-recherche.eu/data/iawacs2010/slides/david_iawacs2010.pdf
- Jonathan Dechaux et Jean-Paul Fizaine. *Returning trust against user*. iAWACS 2010, 8 mai 2010, Paris, France. Slides disponibles sur http://www.esiea-recherche.eu/data/iawacs2010/slides/dechaux_fizaine_iawacs2010.pdf
- Baptiste David et Eric Filiol. *Windows Icons : Watch to Them Closely or be Screwed*. Malcon 2010 Conference. Mumbai, India, December 3rd, 2010, <http://malcon.org/web/techbrief/malcon-2010-technical-briefings/>

- Baptiste David et Eric Filiol. *The art and the way to make bad jokes : from the easiest to the most effective*. Malcon 2010 Conference. Mumbai, India, December 3rd, 2010, <http://malcon.org/web/techbrief/malcon-2010-technical-briefings/>
- Baptiste David et Eric Filiol. *Windows Icons : Watch to Them Closely or be Screwed*. ClubHack 2010 Conference, December 5th, 2010, Pune India, <http://clubhack.com/2010/schedule/>
- Baptiste David et Eric Filiol. *The art and the way to make bad jokes : from the easiest to the most effective*. ClubHack 2010 Conference, December 5th, 2010, Pune India, <http://clubhack.com/2010/schedule/>

Conférences nationales avec comité de sélection sans actes

- Eric Filiol. *Détection opérationnelle et exploitation des utilisations impropres des algorithmes de chiffrement par flot*. RSSIL'2010, 4-5 juin 2010, Maubeuge. Vidéo disponible sur <http://www.rssil.org/docs/confs/RSSIL08-ChiffFlot.mp4>
- Eloi Vanderbeeken. *Unpacking automatique : avantages et limites du data tainting*. RSSIL'2010, 4-5 juin 2010, Maubeuge. <http://www.rssil.org>

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.

- Eric Filiol. *Malicious cryptography techniques for unreversible (malicious or not) binaries*. Version article de la conférence H2HC Sao Paulo, Brésil et Cancun, Mexique. Déposé sur le site [arxiv.org](http://arxiv.org/abs/1009.4000) <http://arxiv.org/abs/1009.4000>
- Geoffroy Gueguen. *Van Wijngaarden grammars, metamorphism and K-ary malwares*. Version article de la conférence iAWACS 2010. Déposé sur le site [arxiv.org](http://arxiv.org/abs/1009.4012), <http://arxiv.org/abs/1009.4012>
- Anthony Desnos, Robert Erra, Eric Filiol. *Processor-Dependent Malware... and codes*. Version article de la conférence iAWACS 2010. Déposé sur le site [arxiv.org](http://arxiv.org/abs/1011.1638), <http://arxiv.org/abs/1011.1638>. Cet article a fait l'objet d'une très large médiatisation internationale sur des sites spécialisés (NASA, MIT, Slashdot...).
- Eric Filiol. *PERSEUS Technology : New Trends in Information and Communication Security*. Version article de la conférence iAWACS 2010. Déposé sur le site [arxiv.org](http://arxiv.org/abs/1101.0057), <http://arxiv.org/abs/1101.0057>

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

Pour l'année 2010 la médiatisation des travaux du laboratoire a été particulièrement riche tant pour la presse écrite, qu'audio-visuelle, en France et à l'étranger. Près de deux cent articles, émissions, podcast... ont été répertoriés. Les principaux sont :

- La visite laboratoire par Madame Nathalie Kosciusko-Morizet, Secrétaire d'État chargée de la Prospective et du Développement de l'Économie Numérique à Laval, le 25 février 2010 (voir <http://www.esiea.fr/visite-ministerielle-a-l-esiea-%282177%29.cml>) a suscité une couverture presse importante.
- Reportage Direct 8 sur le laboratoire. *Cyberguerre et cybercrime* - Emission Enquête inédite, 8 mars 2010, 20h40 - 22h30.
- Robert Erra et Eric Filiol. *Le web de tous les dangers : 3 secondes pour voler vos données*. Radio RFI, Grand Reportage, 12 avril 2010, 19h40, <http://www.rfi.fr/contenu/20100409-le-web-tous-dangers-3-secondes-voler-vos-donnees>
- <http://www.cnis-mag.com/iawacs-2010-securite-sans-obscurite.html>
- Reportage France 3. Journal 19-20, 8 mai 2010.
- Article Sciences & Avenir du 20 mai 2010 sur le logiciel PERSEUS.
- Interview du journal Le Monde du 24 mai 2010 <http://bugbrother.blog.lemonde.fr/2010/05/24/eric-filliol-letat-doit-sappuyer-sur-les-hackers/>
- Trois outils gratuits pour la gestion du risque. <http://www.securityvibes.com/community/fr/blog/2010/06/01/trois-outils-gratuits-pour-la-gestion-du-risque>
- Journal Ouest France du 4 juin 2010 *L'impressionnant espionnage informatique*.
- Chat Nouvel Obs du 15 juin 2010.
- Geek Magazine - Hors série Geek Techno septembre 2010. *La Cyberguerre est déclenchée*, pp. 57.
- <http://securiteoff.blogspot.com/2010/09/vive-les-hackers.html>
- <http://www.silicon.fr/la-securite-des-entreprises-sous-la-menace-des-cybercafes-43201.html>
- Reportage télévisé Magazine Spécial Investigation *La cyberguerre et la lutte contre les nouveaux pirates de l'Informatique* de Canal+, 27 septembre 2010.
- <http://hardware.slashdot.org/story/10/11/10/2244229/Research-Inches-Toward-Processor-Specific-Malware?from=twitter>
- <http://www.technologyreview.com/blog/arxiv/25999/?p1=Blogs>

- http://www.darkreading.com/vulnerability_management/security/vulnerabilities/showArticle.jhtml;jsessionid=L00JIDHQSOLDXQE1GHPCKH4ATMY32JVN?articleID=228300082
- Geek Magazine 9. *Les hackers entrent en scène*. p. 25. Interview Eric Filiol, novembre 2010.
- Interview Radio Télévision Suisse Romande, 4 novembre 2010.
- *Sécurité informatique : les failles des ordinateurs en libre service*. Journal les Echos du 1er décembre 2010.
- <http://www.securityvibes.com/community/fr/blog/2010/12/14/2010-%C3%A9tait-lan-%C3%A9e-d-ebios-ou-de-mehari-ou-des-deux>
- 01 Informatique. Numéro de novembre 2010.

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

Merci également à Micro Hebdo, 01 Informatique, GlobalSecurityMag, Programmez.com, marsecurs.com, lepoint.fr, generation-nt.com, echosdunet.net, journaldunet.com, lemagit.fr, silicon.fr, zdnet.fr, lexpansion.com... et à tous ceux qui involontairement auraient été oubliés.

Productions logicielles

L'année 2010 a été particulièrement riche en productions logicielles. La volonté du laboratoire est de mettre à disposition des outils libres, ouverts et aboutis. 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 par des publications scientifiques internationales.

- Anthony Desnos. *Androguard : Manipulation and protection of Android apps and more...*, <http://code.google.com/p/androguard/>. Voir aussi le blog <http://androguard.blogspot.com/>
- Michel Dubois. *EvalSMSI*. EvalSMSI est une application web, sous licence GPL, développée en PHP/MySQL, permettant de réaliser l'évaluation d'un Système de Management de la Sécurité de l'Information (SMSI). La version actuelle est la version 2.3.1. Elle est disponible sous la forme d'un fichier tar.gz ou dans une machine virtuelle Virtualbox 4.0. S'appuyant sur la méthodologie proposée par les normes de la famille ISO 2700x, cet outil a pour objectif de faciliter les opérations d'audit interne et de suivi des actions liées au management de la sécurité de l'information dans un organisme ou dans un groupement d'organismes. Site officiel : <https://linuxfr.org/2010/12/30/27720.html>
- Michel Dubois. *GraphicalOSfp*. Application développée en python et qui a pour objectifs :
 - de collecter les données aléatoires issues de connexions TCP sur des systèmes distants : l'*Initial Sequence Number* et l'*IP ID* ;

- de sauvegarder ces données dans un fichier ;
- de traiter ces données et d’afficher l’attracteur propre à ces données aléatoires dans un environnement 3D.

L’image obtenue offre plusieurs possibilités allant de l’identification d’un OS distant à l’analyse des algorithmes de moteurs aléatoires. L’outil utilise *Scapy* pour l’envoi et la réception des trames réseau et la bibliothèque OpenGL de python pour l’affichage 3D. Site officiel : <http://sourceforge.net/projects/graphicalosfp/>

- Michel Dubois. *OpenEBIOS*. Application Web, développée en PHP, OpenEBIOS a pour objectif de faciliter la démarche d’analyse des risques pour un système d’information. S’appuyant sur la méthode d’*Expression des Besoins et Identification des Objectifs de Sécurité* (EBIOS) dans sa version 2010, publiée par l’ANSSI en avril dernier, cet outil devrait permettre à terme pour une entité :

- de gérer le dossier de sécurité de ses systèmes d’information durant leur cycle de vie ;
- de mettre en œuvre le workflow d’analyse et de validation des risques liés à l’utilisation de ses SI ;
- d’éditer les documents issus de cette analyse et notamment les *Fiches d’Expression Rationnelle des Objectifs de Sécurité* (FEROS).

L’outil est actuellement en version bêta mais les premières étapes de l’analyse des risques y sont fonctionnelles. L’exemple fourni dans le guide EBIOS de l’ANSSI y est implémenté afin de garantir la cohérence avec la méthode. Site officiel : <http://sourceforge.net/projects/openebios/>

- Eric 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. Site officiel : <http://code.google.com/p/se-clamav/>

- Eric 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 pornographs...). 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.*

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

La société DFT-Technologie assure le soutien industriel de la technologie PERSEUS.

- Eric Filiol et Fabien Jobin. *Librairie Andromede*. This library has been developped practically from scratch to implement the bittorrent protocol and to secure it with the Perseus technology (see *libperseus* code google page).
It has been developped in C language primarily for Windows systems but it works also fine under GNU/Linux. The main features (at the present development status) are :
 - Bittorrent extensions management.
 - Use of *polarssl* to manage *libperseus* secret quantities.
 - Use of the *pthread* library for the multi-threading.
 Site officiel : <http://code.google.com/p/andromeda/>
- Eric Filiol et Grégoire Jacob. *MalwareBehaviouralAutomata Project*. The project is divided between different tools :
 - The trace and script analyzers to abstract a trace of events.
 - The detection automata for parsing the abstracted trace.
 - The correlation tool to classify malware according to the detected behaviors.
 Site officiel : <http://code.google.com/p/malwarebehavioralautomata/>
- Eric Filiol. *Librairie de cryptanalyse Megiddo*. Site officiel : <http://code.google.com/p/mediggo/>

Activités scientifiques diverses

Participation à des jurys de thèses

- Eric Filiol. Rapporteur de la thèse de Christophe Guyeux « *Le désordre des itérations chaotiques et leur utilité en sécurité informatique* ». Doctorat de l'université de Franche-comté (spécialité informatique). Soutenue le 13 décembre 2010.

Prix & qualifications

- Abir Awad. Qualification (CNU du 20 janvier 2011) dans le corps des Maîtres de Conférences - Section 27. Numéro 11227203681.
- Abir Awad. Qualification (CNU du 26 janvier 2011) dans le corps des Maîtres de Conférences - Section 61. Numéro 11261203681.
- Grégoire Jacob. Qualification (CNU du 20 janvier 2011) dans le corps des Maîtres de Conférences - Section 27. Numéro 11227204511

Organisation de conférences internationales

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

- EICAR 2010 Program Chair, <http://www.eicar.org>
- iAWACS 2010, Program Chair, http://www.esiea-recherche.eu/iawacs_2010.html

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 2010

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 est confidentielles. Ces résultats financiers (contrats facturés et payés) ont été vérifiés et validés par le commissaire aux comptes du groupe ESIEA.

- Contrat 2010_1. Montant 26 000 euros. Activité de soutien scientifique amont. Confidentiel.
- Contrat 2010_2. Montant 6 250 euros. Audit et analyse de sécurité. Confidentiel.
- Contrat 2010_3. Montant 24 039,60 euros. Développement de produit de sécurité. Confidentiel.
- Contrat DCNS - RMS-0910. Montant 7 000 euros. Développement de produit de sécurité. Confidentiel.
- Contrat DCNS - RMS-0786. Montant 65 000 euros. Développement de produit de sécurité. Confidentiel.

L'exercice 2010 pour le laboratoire s'établit à 128 289,60 euros.