

# Lumière

Optique, Electronique et Logiciel en Ile-de-France

N°32 | janvier - février 2007



## À la Une

[i2S, leader français dans les marchés de la vision numérique et du traitement de l'image à haute valeur ajoutée](#)

[Spécial TPE cartes électroniques : AdvEOTec, A.E.D., Leo Systèmes et ReFLEX CES](#)

[Le CEA LIST, du concept au produit](#)

## Zoom...

[Bienvenue aux nouveaux adhérents d'Opticsvalley !](#)

[Grand succès pour le Rendez-vous d'Opticsvalley : "l'Institut de la Lumière Extrême"](#)

[Le Wireless Program conserve sa dynamique !](#)

[Premières rencontres organisées par Opticsvalley et le PactePME sur le thème "caméra et capteurs d'images"](#)

[Forum de l'optique 2007, un nouvel élan !](#)

[L'accès optique actuel et son évolution : un séminaire de Marcoussis plébiscité](#)

[Deuxième réunion à Jena pour le Projet européen OMNI-NET](#)

[Opticsvalley, partenaire du 1er Forum de l'International en Essonne](#)

## Dossier

[Réalité virtuelle et augmentée](#)

## Opportunités

[Appel à propositions ASTRE 2007](#)

[Nanométrie dimensionnelle : enquête du LNE](#)

[PME yvelinoises, saisissez l'opportunité d'un financement !](#)

[PME de haute technologie recherche un ingénieur commercial](#)

## À la Une

**i2S, leader français dans les marchés de la vision numérique et du traitement de l'image à haute valeur ajoutée**



Jean-Louis Blouin,  
Directeur Général d'i2S

i2S est un groupe international, leader technologique reconnu sur les marchés de la vision numérique et du traitement de l'image. La société a été créée en 1979, à Bordeaux par deux ingénieurs, Alain Ricros et Jean-Louis Blouin, rejoints en 2006 par Jean Pierre Gérard, (ancien Senior Vice Président de Xerox Europe) en tant que Président du Directoire.

Le siège social d'i2S est basé à Pessac (Gironde). La société dispose d'un bureau à Paris et de deux filiales à l'étranger, à Milford (Connecticut – USA) et Shanghai (République de Chine).

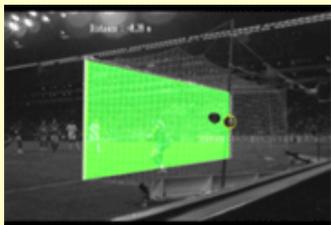
Le groupe i2S a réalisé un CA de près de 10 M€ (dont 37% à l'export) en 2005 et de 12 M€ en 2006, soit une croissance de 20%, surtout à l'export. Afin de maintenir son avance technologique, i2S investit chaque année plus de 10% de son chiffre d'affaires global en R&D (5% en R&D propre, 6% en R&D partagée ou collaborative). Outre Opticsvalley, i2S Vision est membre du [pôle de compétitivité Optique Laser](#), du [Comité Richelieu](#), et du [Club Vision Français](#).

**Marchés et clients : i2S est organisée autour de trois Business Units, i2S Vision, i2S DigiBook et i2S LineScan**

***i2S Vision : distribution et Développement de solutions applicatives à haute valeur ajoutée***

i2S Vision, est le spécialiste français de la vision numérique et des caméras industrielles. Depuis plus de 25 ans, elle conçoit et fabrique des caméras embarquées en conditions extrêmes, comme celles utilisées pour la découverte du Titanic, pour le contrôle d'allumage des moteurs de la fusée Ariane, pour les essais en vol des Airbus, ou bien des caméras intelligentes autonomes comme les caméras Photo Finish® des jeux olympiques. Cette division est le partenaire institutionnel de grandes firmes telles que Sony, Dalsa, Matrox, dont elle distribue et intègre les produits dans des sous-ensembles fonctionnels. "Nous bénéficions d'une position de leader en France, de partenaire stratégique pour les équipementiers internationaux ou les grands groupes technologiques auprès desquels nous sommes reconnus pour notre haute compétence dans les technologies d'acquisition et de traitement d'image et pour la qualité de notre service" précise Jean-Louis Blouin.

## But Finish®, belle collaboration pour la rentrée 2007 !



La balle vient de franchir le rideau électronique (on aperçoit le "trou" laissé par le ballon dans le rideau numérique)

Fin décembre 2006, le Groupe CANAL+ et i2S ont mis au point au point le système de vision électronique du But Finish® qui permet de déterminer de façon certaine le franchissement de la ligne de but par le ballon. La détection se fait par 2 groupes de 2 caméras Haute Définition "haute vitesse" (240 images par seconde) positionnées derrière les buts en visée stéréoscopique. Les images produites sont enregistrées dans un serveur numérique. Un logiciel de reconnaissance de formes analyse les images, calcule la position 3D du ballon et incruste dans l'image réelle d'une des deux caméras un rideau virtuel matérialisant la ligne de but. Le rideau change de couleur lorsque le ballon franchit complètement la ligne. L'alerte de but est automatisée et l'image preuve est disponible dans un délai d'une minute.

### **i2S DigiBook : la numérisation du patrimoine culturel écrit**

Créée en 1995, la division DigiBook a développé un savoir-faire technologique unique qui lui a permis de devenir en quelques années le leader mondial de la numérisation de livres ou documents reliés à travers une gamme complète de scanners et un réseau de distribution international de premier plan. L'offre produits s'organise autour de trois gammes complémentaires : la gamme *Digitilizing Line*, la gamme *CopiBook*, la gamme *Suprascan* et d'un logiciel de traitement d'image *Book Restorer™*.

Associée dans un consortium technologique et capitalistique avec l'entreprise suisse ASSY-4DigitalBooks, i2S DigiBook occupe une place considérable du marché de la numérisation automatique, grâce aux produits de la gamme *Digitilizing Line*, tels que le *Digitilizing Line 3000™*, capable de numériser 3000 pages à l'heure.

### **i2S LineScan : Le contrôle de production industriel**

Cette division met au point et installe des systèmes clefs en main d'inspection de surface. Issus de la technologie propriétaire *Flawscan*, les systèmes d'i2S LineScan contrôlent en continu, en temps réel et 24h/24h, grâce à des caméras linéaires, les fabrications de matériaux techniques tels que les non-tissés, les films plastique ou le verre flottant. La technologie *Flawscan* permet de détecter et classer des défauts de l'ordre du dixième de millimètres sur des laizes de plusieurs mètres de large pouvant défilier jusqu'à plus de 1000 mètres par minute. Avec ses filiales en Chine et aux USA, i2S LineScan installe et maintient ses équipements dans le monde entier. Tous les produits *Flawscan* peuvent être équipés d'un système de surveillance automatique et de télémaintenance à distance par Internet. *"Nous avons opté pour une présence en Chine et aux USA car le traitement d'analyse des défauts est un marché qui nécessite une proximité avec les sites industriels. Aujourd'hui cette division représente déjà plus de 10% du CA, 90% à l'export, avec une potentialité de croissance très prometteuse"*.

### **Une culture de société innovante**

Depuis plus de vingt ans, la société s'est distinguée en tant que pionnière des solutions de visions numériques et de traitement de l'image en conditions extrêmes. Elle a développé une stratégie de partenariats avec les industriels et les laboratoires de recherche tels que le LABRI, l'INSA de Lyon, le L3i de la Rochelle, l'Institut de la Cognitique de Bordeaux, etc.

D'autre part, i2S participe au pôle de compétitivité "La route des Lasers", leader sur le projet " TerraBook " et membre de l'association ALPHA qui en assure la gouvernance. Elle est aussi présente dans les projets européens du 5ème PCRD, avec VISREC (Vision Assisted Machinefor Recycling Applications), FINDER (Fast Intelligence Defect Recognition System) ou encore QUAERO qui vise à l'organisation d'une filière industrielle portant sur le développement de nouveaux systèmes de gestion des contenus multimédias pour des applications grand public ou professionnelles. *"Nous cherchons constamment à innover. De 1983 à 2003, nous avons soumis 18 dépôts de brevets et possédons à ce jour 4 brevets actifs et un 5ème est en cours de dépôt. Compte tenu des nombreux projets de recherche et de développement que nous menons au niveau français et européen, nous allons accentuer notre politique de dépôts de brevets pour les prochaines années"*, conclut Jean-Louis Blouin.



**Pour en savoir plus :** contacter Jean-Louis Blouin

Tél : 05 57 26 69 01 - [jl.blouin@i2s.fr](mailto:jl.blouin@i2s.fr)

i2S : [www.i2s-vision.fr](http://www.i2s-vision.fr)

▶ AdvEOTec la réussite de l'idée au produit



La plate-forme AdvEOLab © AdvEOTec

AdvEOTec (Advanced Electro-Optic TEChnology), a été créée en juillet 2003 par trois ingénieurs et chercheurs d'une société nord-américaine, qui s'était séparée de sa branche recherche photonique en France. Aujourd'hui, la société compte quatre personnes pour un CA de 390 K€. Elle apporte des solutions mixtes en optique et électronique aux différents secteurs de l'industrie (aérospatial, automobile, biotech, défense, électronique, industrie, recherche, télécoms). Ses offres principales sont d'une part la prise en charge de campagnes d'essais et de qualification pour applications exigeantes, d'autre part la conception et la fabrication de systèmes à base de fibres optiques pour capteurs et transmission de données. "AdvEOTec met en avant des expertises et moyens variés tels que : *fiabilité et qualification, optoélectronique et hyperfréquences, optique guidée et systèmes de mesure avancés. Nous sommes organisés en transversal pour permettre de mener à bien les études, les réalisations et les essais techniques pour lesquels nous possédons d'ailleurs notre plate-forme AdvEOLab, mise à disposition des clients pour tester avec eux, en toute confidentialité, les performances fonctionnelles et environnementales de leurs produits et prototypes*", indique François **Rosala**, Président et directeur Technique.

L'activité principale, qui constitue 60% de son CA, repose sur les programmes de qualification, réalisés pour quatre marchés : télécoms, défense, aéronautique et spatial. "Notre valeur ajoutée repose sur notre capacité à prendre en charge des essais très variés, les réaliser et élaborer des systèmes de mesure pour analyser des faibles dérives sur de longues périodes et ainsi évaluer la tenue dans le temps de composants et sous systèmes à fortes dominantes en optique et électronique. Nous sommes amenés à travailler les aspects thermiques et mécaniques et bien sûr l'acquisition et le traitement de données. Pour ces compétences, nous avons des clients tels que EADS, Sodern, le GIE Alcatel-Thales III-V lab ou le CNES", précise François **Rosala**.

Depuis 2005, la TPE a favorisé la dissémination des technologies mixtes optique/électronique (E/O) dans de nombreux secteurs hors télécoms tels que l'aéronautique, le spatial, l'automobile, la défense. Elle réalise des intégrations spéciales sur mesure pour tout type de capteur. Cette compétence implique entre autres les questions d'encombrement de consommation, la transmission de protocole et le traitement du signal. "Pour ces intégrations ad hoc, nous avons un partenariat avec des entreprises des systèmes embarqués pour profiter des infrastructures industrielles".

Dans cette logique d'accompagnement des projets, AdvEOTec est titulaire d'un agrément crédit impôt recherche. En conséquence, les réalisations de R&D qui lui sont confiées peuvent ouvrir droit à des déductions fiscales pour ses clients. "Cet agrément a dopé notre image. Aujourd'hui, AdvEOTec a démontré à plusieurs reprises la valeur ajoutée qu'elle apporte à ses clients, cela commence à se savoir c'est pourquoi nous voyons arriver des demandes spontanées, ce qui était inconcevable il y a deux ans. Nous rentrons dans une nouvelle phase : notre croissance", conclut François **Rosala**.

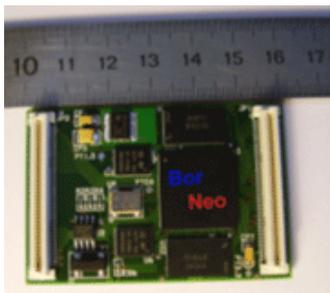
▶ Pour en savoir plus : contacter François **Rosala**  
Tél. : 01 60 86 43 61 - [francoisrosala@adveotec.com](mailto:francoisrosala@adveotec.com)

AdvEOTec : [www.adveotec.com](http://www.adveotec.com)

© Lumière, Opticsvalley, janvier - février 2007

[Sommaire](#)

▶ A.E.D. : la compétence java mise au service des environnements sévères



Le processeur Borneo © A.E.D.

Advanced Electronic Design, SA est un bureau d'études né en 1997 de la complicité de ses fondateurs Alain **Houelle** et Nicolas **Vaucher**. Tous deux issus de l'Université Pierre et Marie Curie, ils avaient rédigé une thèse avec le CEA DAM sur la microélectronique, plus particulièrement le traitement du signal et la reconnaissance de forme. L'aventure entrepreneuriale commence avec le développement d'ASIC dédié au traitement du signal. En septembre 2001, le capital risquer Odyssee Venture investit 150 M€ afin de lancer le processeur *Jap*, processeur pérenne, compatible Java multifonctionnel. Grâce à cet investissement les deux salariés mettent rapidement au point *Jexar*, autre processeur pérenne destiné aux applications spatiales.

Très vite pourvus d'une Interface Homme Machine (IHM), (la plupart du temps un écran qui offre des choix multifonctions à l'utilisateur), les processeurs sont commercialisés sous la forme du produit *Borneo*. Son aspect multifonctionnel et son adaptabilité en environnement sévère, suscite encore d'avantage l'engouement du marché spatial défense. "Connecté à un écran TFT pouvant aller de 2 à 15 pouces, *Borneo*, permet de piloter tout type de machine électronique embarquée [NDLR : il tourne en FPGA]. Intégré au niveau du cockpit de l'avion, dans le cadre d'un exercice de tir, par exemple, *Borneo* permet d'afficher en temps réel la distance par rapport aux tirs. Plus généralement, Il peut être utilisé comme une boîte noire avec un écran. Même en cas de coupure du système, il redémarre toujours, ce qui fait sa fiabilité", indique Alain **Houelle**.

## Un énorme marché en puissance

Les solutions de la petite structure, sont également appréciées des militaires français car elles viennent en remplacement d'une brique technologique jusqu'alors importée des Etats-Unis. "Nous comptons intégrer le Pôle de compétitivité [SYSTEM@TIC PARIS-REGION](#) pour continuer à consolider cette compétence, afin de nous affranchir de la dépendance technologique vis-à-vis des processeurs PC 104 développés par les américains. Cette réappropriation technologique ravit les militaires désireux d'équiper les appareils de défense français d'une électronique nationale", précise Alain Houelle.

Au quotidien, la R&D collaborative se poursuit avec le CEA pour améliorer les aspects liés au traitement du signal des produits. Au-delà du militaire, l'entreprise qui, aujourd'hui, affiche un CA annuel de 100 K€ voit de belles perspectives de développement de ses produits pour le marché civil. "Qu'il s'agisse d'un appareil photo, d'un ascenseur, ou d'un distributeur de boissons, chaque machine pourvue d'un écran et offrant des choix multifonctions, ce qui définit l'IHM, peut potentiellement être équipée de nos processeurs qui remplissent précisément ces fonctions. Nous y travaillons activement car c'est ce marché qui, pour nous, est garant d'un très fort potentiel de développement", conclut Alain Houelle.

 Pour en savoir plus : contacter Alain Houelle

Tél. : 01 69 30 43 67 - [houelle@a-e-d.com](mailto:houelle@a-e-d.com)

A.E.D. : [www.a-e-d.com](http://www.a-e-d.com)

© Lumière, Opticsvalley, janvier - février 2007

[Sommaire](#)

## Leo Systèmes, bureau d'étude spécialisé en hyperfréquence



Savoir-faire de Leo Systèmes© Leo

Leo Systèmes SARL, installée à Orsay, est née en 2004 de l'initiative de ses deux dirigeants : Brigitte Duème et Philippe Evenat. Leo Systèmes est rattaché au Groupe Estar, constitué de trois autres entités indépendantes, Alliance, Estar, et Novelios qui permettent au groupe de définir les besoins en électronique d'entreprises, initiées ou non, agissant dans les secteurs de la construction navale, des télécoms, du spatial, de la défense, de l'automobile et de l'industrie.

Dans le détail, Estar électronique propose de réaliser la maîtrise d'oeuvre industrielle de systèmes, et en particulier de systèmes de test. Estar Hyperfréquence prend en charge le développement de produits spécifiques et de bancs de test. Alliance PCB assure les services CAO et le prototypage électronique. Novelios couvre tout ce qui touche à l'ingénierie logicielle et aux applications industrielles. Leo Systèmes, quant à elle, représente les compétences du groupe sur le territoire francilien. Parallèlement, elle agit comme un bureau d'études capable d'assurer une compétence métier multiple, avec toutefois une spécialisation en hyperfréquence. "Pour chaque projet, nous sommes en mesure de prendre en charge l'étude et la conception, incluant la simulation électrique, la caractérisation, les mesures et la mise au point des documentations techniques. Par ailleurs, nous assurons également la maintenance et l'assistance technique", indique Brigitte Duème.

Parmi leurs réalisations, Leo et le groupe Estar comptent des simulateurs, des matrices de commutation, des matrices de couplage, des prototypes connectés, des études de fonction spécifique, l'intégration des cartes électroniques dans des baies, l'automatisation des mesures et la mise au point des bancs de test. "En automobile par exemple, nous nous sommes approchés de Faurecia, présent notamment en Ile-de-France, pour la mise au point de bancs de test".

## Stratégie de développement

Née il y a deux ans à peine, Leo Systèmes a besoin de temps pour être reconnue des différents acteurs agissant dans le secteur électronique et optique en Ile-de-France, même si cela a déjà bien commencé.

"Être rattachés à Estar nous fait bénéficier de la notoriété de ce groupe établie nationalement et nous aide pour approcher le marché francilien, notamment les laboratoires et centres de recherche. Nous avons noué un partenariat avec AO technologies, spécialiste des composants radio et hyperfréquence, qui nous représente. Cela devrait nous aider à signer plus d'affaires en France et à l'international, à Séoul (Corée du Sud) ainsi qu'à Shanghai (Chine) où AO technologies a récemment implanté des bureaux. En revanche, afin d'être reconnus par les acteurs de notre domaine de prédilection qu'est la défense, nous savons qu'il faudra s'armer de patience, car il est beaucoup plus difficile d'y obtenir des contrats", conclut Brigitte Duème.

 Pour en savoir plus : contacter Brigitte Duème

Tél. : 01 69 28 34 81 - [dueme@leo-systemes.com](mailto:dueme@leo-systemes.com)

Leo Systèmes : [www.leo-systemes.com](http://www.leo-systemes.com)

© Lumière, Opticsvalley, janvier - février 2007

[Sommaire](#)

## ReFLEX CES, des systèmes électroniques sur-mesure pour l'embarqué



Carte sur mesure © ReFLEX CES

Fondée en 2000, ReFLEX CES a été créée pour répondre aux attentes particulières de certains clients demandeurs de cartes électroniques sur-mesure à base de FPGA, ASIC, microprocesseurs, etc.

Aujourd'hui l'activité de la société a pris de l'envergure. ReFLEX CES conçoit et industrialise des systèmes électroniques complexes en s'appuyant sur le développement de solutions sur-mesure et l'intégration de systèmes sur étagères. La société assure aussi les cycles d'industrialisation et de fabrication, offrant une solution "clé en main" aux clients qui le souhaitent.

### Souplesse et réactivité, forces de la PME

L'offre de ReFLEX CES couvre les besoins liés à l'interfaçage de bus, au traitement du signal, au prototypage, à l'acquisition et au traitement d'images / données.

"La souplesse de notre offre nous permet de nous adapter aux attentes de chacun de nos clients : militaire, industrie, aéronautique, aérospatial, médical et transports. Nous pouvons apporter notre expertise sur une ou plusieurs phases : développement, prototype, industrialisation, fabrication petite et moyenne série en nous positionnant sur la fourniture de systèmes ou sous-ensemble "clé en main" comme le démontre la majorité de nos réalisations", indique Sylvain Neveu, Directeur Général de ReFLEX CES.

Très robustes, les systèmes électroniques de ReFLEX CES répondent à toutes les exigences sur le plan mécanique, électrique et ambiant. Ils sont conçus en fonction des normes qui régissent l'application développée. Parmi les exemples de standards respectés : GAM EG13, GAM EB13B, MIL STDx, EN 55011, EN 50155, DO254... Parmi les exemples de réalisation pour environnement sévère, l'entreprise affiche le développement de la partie optique d'une caméra embarquée destinée à photographier des étoiles. compatible à la norme GAM-EG-13B et capable de résister aux vibrations de 30G.

### Perspectives de croissance

ReFLEX CES connaît une croissance régulière depuis sa création en 2000. En 2006, la société affiche un CA de 5,5 M€ et compte 33 personnes (contre 3,5 M€ et 22 personnes en 2005). Le cabinet Deloitte vient d'ailleurs de la placer à la 31ème position du Fast 50 en raison de sa croissance de +570% de 2001 à 2005. Ce succès encourage ReFLEX CES à recruter, essentiellement des ingénieurs afin d'atteindre le cap des 50 salariés à l'horizon 2008.

La clé de ce succès, Sylvain Neveu l'explique par la capitalisation de l'expérience. "En termes de design et de contraintes techniques, nous apprenons beaucoup à chaque nouveau projet. ReFLEX CES présente la particularité de travailler pour des secteurs d'activité innovants très diversifiés. Comme en témoignent ces réalisations : simulateur de banc moteur, caméra embarquée pour l'espace permettant de photographier les étoiles, équipement de vidéo surveillance du trafic routier? C'est en développant l'activité "systèmes complets" et la fabrication, que nous espérons porter le CA annuel à 10 M€ d'ici 2010".

 Pour en savoir plus : contacter Florence Lapeyre  
Tél. : 01 69 87 02 55 - [flapeyre@reflexces.com](mailto:flapeyre@reflexces.com)  
ReFLEX CSE : [www.reflexces.com](http://www.reflexces.com)

© Lumière, Opticsvalley, janvier - février 2007  
[Sommaire](#)

## Le CEA LIST, du concept au produit



Le LIST (Laboratoire d'Intégration des Systèmes et des Technologies) est une jeune unité du CEA créée en 2001 sur un socle de compétences d'activités de recherche pour le nucléaire. Tout comme le LETI et le LITEN, ce laboratoire est rattaché à la DRT (Direction de la Recherche et de la Technologie) placée sous la direction de Jean Therme. Composé de 500 personnes, 380 permanents et 120 CDD, post doc et extérieurs, le LIST est dirigé par Riadh Cammoun, ses effectifs se répartissent sur deux sites : 400 personnes à Saclay et 100 personnes à Fontenay-aux-Roses. Le CEA LIST focalise ses recherches sur les systèmes à logiciels prépondérants en partenariat fort avec l'industrie autour de trois axes stratégiques : les systèmes embarqués, les systèmes interactifs et les technologies des capteurs et du traitement du signal. Les secteurs d'activité sont l'énergie, les transports, la sécurité et le traitement de l'information pour la santé et la biologie. "Les activités du CEA LIST se situent au confluent des interactions entre le matériel et le logiciel, entre l'homme et la machine (ergonomie, rapidité, efficacité), et entre l'homme et le monde physique", précise Didier Juvin, Directeur des programmes au CEA LIST (photo ci-contre).

### Du concept au produit

Historiquement, en France, le nucléaire a fortement contribué au développement technologique des systèmes numériques. Le CEA a joué un rôle majeur en contribuant directement au développement de plusieurs technologies clés qui constituent aujourd'hui le socle des activités du CEA LIST.

Les outils développés il y a 20 ans sont aujourd'hui diffusés dans de nombreux environnements industriels, tels que :

- le Système de Protection Intégré Numérique (SPIN) pour les centrales nucléaires de 1300 MWe fut l'un des premiers systèmes critiques informatiques réalisé en France. Le CEA LIST a développé l'environnement de test du SPIN pour l'IRSN ;

- la téléopération et la robotique permettent de manipuler les matières dangereuses et d'intervenir sans risque pour l'homme dans des environnements hostiles ;
- l'instrumentation nucléaire et le traitement du signal associé ont été essentiels au pilotage et à la sûreté des réacteurs nucléaires.

"Le CEA LIST a cherché à diffuser ces technologies en dehors de leur contexte initial d'application. Ainsi pour le premier, certains outils logiciels ont été adaptés et déployés chez Airbus pour le développement des systèmes critiques de l'A380, pour le second, plusieurs développements exploitent ces avancées dans le domaine de la robotique pour l'aide au handicap ou pour le développement du X-by-wire [NDLR : Le X-by-wire est la capacité à remplacer les traditionnelles liaisons mécaniques ou hydrauliques par des systèmes numériques constitués de capteurs, d'actionneurs électromécaniques, et beaucoup de traitement d'informations pour rendre ces commandes plus fiables et plus optimisées], pour l'automobile. Quant au troisième, il est désormais appliqué aux sciences du vivant pour mesurer, entre autres, le rayonnement dans le cadre de la modélisation numérique de la dose intégrée pour la radiothérapie" précise Didier JUVIN.

Le budget de fonctionnement annuel du CEA LIST est de 38 M€, dont seuls 20% sont dévolus à la recherche pour le secteur nucléaire, 60% du budget du CEA LIST provient de ressources externes (fonctionnement et moyens humains). En termes de positionnement, les recherches menées au CEA LIST suivent la courbe dite des "4 P", pour Publications, Patent, Prototypes et Product. "Le transfert industriel est fortement ancré dans notre culture d'entreprise, afin d'accélérer le cycle de l'innovation du concept au produit".

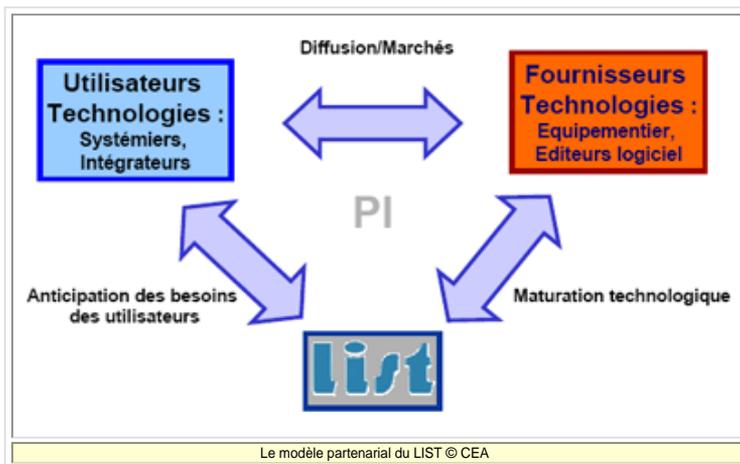
### La collaboration placée au cœur des préoccupations

La politique de valorisation du CEA LIST repose sur une stratégie de propriété industrielle et de cessions de licences visant à protéger les inventions et les savoirs faire. Le CEA LIST dispose d'un portefeuille de 127 brevets actifs dont plus de la moitié sont liés à des accords de licence avec l'industrie. Ils concernent les capteurs, les dispositifs intégrant des algorithmes, les architectures et les procédés d'application associés aux logiciels.

Les partenaires industriels du CEA LIST s'organisent autour de deux grandes familles :

- Les utilisateurs finaux et systémiers qui tirent l'innovation dans leur secteur. Il s'agit principalement de grands groupes industriels dont les besoins nécessitent de lever des verrous technologiques, conduisant au développement de briques technologiques validées sur des cas industriels représentatifs.
- Les équipementiers ou les éditeurs de logiciels auprès desquels les technologies sont transférées pour être déployées vers d'autres secteurs.

En général, le CEA LIST développe avec cette catégorie de partenaires des prototypes ou des outils aptes au passage à l'échelle industrielle.



### Valoriser les acquis vers l'industrie

Les start-up du CEA LIST constituent un vivier très dynamique. "Les quatre premières que sont [ActiCM](#), orientée systèmes de capture de mouvement, [Haption](#), créatrice d'interfaces haptiques, [NewPhenix](#), développeur d'outils de gestion multimédia multilingue ou [M2M](#), spécialisée en contrôle non destructif start-up ont permis la création d'une trentaine d'emplois directs. Certaines d'entre elles ont bénéficié du soutien en R&D des laboratoires du CEA LIST".

### Quelques exemples de collaborations

Les collaborations du LIST prennent de multiples aspects. Il peut s'agir du développement de laboratoires communs de recherche avec des industriels, start-up, PME et grands groupes. Cela peut aussi se faire à travers la construction de plate-formes structurantes accueillant des programmes communs de recherche (CARROLL, CIVA, RIVAGE), ou de projets partenariaux.

#### - Génie logiciel

Le programme commun de recherche CARROLL a été signé entre le CEA LIST, l'INRIA et Thales afin de développer des méthodes et outils logiciels dans le domaine de l'ingénierie du logiciel et des technologies "middleware". Ce programme commun permettra à Thales de bénéficier des avancées méthodologiques et de déployer dans ses unités d'affaires les solutions élaborées dans le cadre de CARROLL.

## - Sécurité

Le développement de capteurs spécifiques est souvent envisagé dans le cadre de problématiques sécuritaires et/ ou de défense sous trois formes : détecteurs NRBC (Nucléaire, Radiologique, Bactériologique et Chimique) ou détection de matières explosives, développement de capteurs de vision et algorithmique associée, sécurité des systèmes et des logiciels. [NDLR : cf dossiers de Lumière n°31 sur la vidéosurveillance et du n° 32 sur la biométrie].

### CIVA, logiciel de simulation développé au CEA, repris dans le cadre de Digiteo Labs

Le logiciel de simulation CIVA offre une large gamme de possibilités de simulation orientées vers les besoins de l'industrie et des laboratoires de recherche pour le contrôle non destructif (CND). Il capitalise les résultats de la recherche menée par le CEA et ses partenaires dans ce domaine du contrôle non destructif par ultrasons, courants de Foucault, et radiographie X.

"L'objectif du logiciel est de prévoir la capacité des méthodes de contrôle à examiner de nouvelles pièces, ou de nouveaux matériaux et d'améliorer les méthodes de contrôle non destructifs utilisées pour détecter ou caractériser les défauts. Dans un cadre de contrôle industriel, CIVA permet ainsi de simuler l'action du contrôleur par un examen virtuel des composants à partir de leurs données numériques. Distribué dans le monde entier, CIVA constitue une référence dans son domaine. Il est désormais une plate-forme de Digiteo Labs et bénéficie de l'apport des principales composantes de la communauté scientifique du domaine."

## Du label Carnot à Digiteo Labs

Partenaire de 34 projets dans le cadre du 6ème PCRD, l'implication collaborative du LIST lui a valu d'être "labellisé Carnot". Cette distinction est attribuée par le Ministère délégué à l'Enseignement supérieur et à la Recherche à des regroupements de laboratoires publics de recherche ayant démontré leur capacité à travailler avec des entreprises. "Au vu de notre business model basé sur une interaction permanente avec les acteurs de l'environnement économique, il était logique que nous nous soyons très impliqués à la fois dans Digiteo Labs, ainsi que dans le Pôle de compétitivité [SYSTEM@TIC-PARIS-REGION](#). Nous sommes d'ailleurs présents dans le Pôle à de multiples niveaux, en tant que CEA LIST dans plusieurs projets tels que ConCEPT, Usine logicielle, Usine numérique, TERAOPS, FAME2, SIC ou CARRIOCAS, mais aussi via certaines de nos start-up : Haption, New Phenix et M2M. Nous attendons tant de Digiteo Labs que du Pôle qu'ils contribuent à doter l'Île-de-France du rayonnement mondial qu'elle mérite en matière d'innovation", conclut Didier Juvin.

 Pour en savoir plus : contacter Didier Juvin  
Tél : 01 69 08 27 05 - [didier.juvin@cea.fr](mailto:didier.juvin@cea.fr)

© Lumière, Opticsvalley, janvier - février 2007  
[Sommaire](#)

## Zoom...

### Bienvenue aux nouveaux adhérents d'Opticsvalley !

Des partenaires affirmés tels que CETH, EADS, Micro-Contrôle, USTL Cerla nous ont confirmé leur confiance en renouvelant leur soutien. Par ailleurs, de nouveaux adhérents nous ont rejoints, nous leur souhaitons la bienvenue dans notre réseau.

 CADEV Interactive réunit des experts en intelligence économique, en maîtrise des risques et en organisation. Elle apporte sa compétence sur les méthodes de gouvernance, les études et organisation de flux, l'analyse prévisionnelle et gestion pratique des risques en entreprise. Pour ce faire, elle s'appuie sur *Météorix*®, simulateur dynamique du fonctionnement de l'entreprise qui lui a valu le prix de l'innovation du Ministère de la Recherche en 2001.

 Pour en savoir plus : contacter Yvonne Auberlet  
Innovapôle - 15, Cours Monseigneur Roméro - 91000 Evry  
Tél : 06 12 22 99 53 - [yauberlet@meteorix.fr](mailto:yauberlet@meteorix.fr)  
Site Web : [www.exedre.com](http://www.exedre.com)

## 

Créé en 1959, le Centre de R&D d'étude et production Schlumberger de Clamart est l'un des fleurons du dispositif de R&D du groupe. 500 personnes de 40 nationalités différentes, dont 80% d'ingénieurs, y travaillent au développement et à la fabrication des sept lignes de produits de ce spécialiste mondial des gaz et hydrocarbures.

 Pour en savoir plus : contacter Yves Morel,  
1, rue Henri Becquerel - B.P. 202 - 92140 - Clamart  
Tél. : 01 45 37 22 35 - [yvmorel@clamart.oilfield.slb.com](mailto:yvmorel@clamart.oilfield.slb.com)  
Site web : <http://www.slb.com>

## 

R&D Vision est une société française innovante spécialisée dans la recherche et le développement de solutions sur mesure de vision et de diagnostic optique. Son expertise est mise au service de ses clients pour analyser, concevoir et réaliser des solutions de vision et d'analyse d'images sur mesure en fonction de chaque problématique.

 Pour en savoir plus : contacter Sébastien Bouilhol,  
64, rue Bourdignon - 94100 Saint-Maur-des-Fossés  
Tél. : 01 76 62 11 53 - [sebastien.bouilhol@rd-vision.com](mailto:sebastien.bouilhol@rd-vision.com)  
Site web : [www.rd-vision.com](http://www.rd-vision.com)

© Lumière, Opticsvalley, janvier - février 2007  
[Sommaire](#)

## ► Grand succès pour le Rendez-vous d'Opticsvalley : "L'Institut de la Lumière Extrême"



Près de 170 participants s'étaient retrouvés ce vendredi 12 janvier au matin dans les locaux de l'ENSTA à Palaiseau pour assister à une présentation du projet : "L'Institut de la Lumière Extrême".

Résolument bâti autour du maître mot "collaboration", ce premier Rendez-vous d'Opticsvalley en 2007, a été l'occasion de comprendre les synergies existant entre les différents acteurs issus de la recherche et de l'industrie.

Gérard **Mourou**, Directeur du Laboratoire d'Optique Appliquée, a lancé la réunion en présentant L'Institut de la Lumière Extrême. ILE est la première phase francilienne de la construction d'un laser ultra intense allant de 25 à 50 PW, d'ici 2010. S'inscrivant dans le cadre du Contrat de Plan Etat Région, "ILE est doté d'un budget de 50 M€ et devra faire appel à un développement collaboratif entre chercheurs et industriels. Une fois opérationnel, ILE devrait prendre une ampleur européenne à l'horizon 2010 sous la forme du projet ELI, financé à hauteur de 200 M€, pour passer de 50 PW à une puissance allant de 250 à 500 PW".

Jean-Paul **Chambaret**, Chef du projet ILE au Laboratoire d'Optique Appliquée a notamment insisté dans son exposé sur l'intérêt d'ILE pour la Région Ile-de-France. "ILE s'inscrit dans le prolongement des précédents programmes CPER, LUCIA et LASERIX. Outil unique au monde, il offrira au plateau de Saclay une nouvelle visibilité pour ses utilisateurs dans le cadre d'applications touchant à la radio-thérapie, la radiographie X, l'étude du vieillissement des matériaux, des réacteurs nucléaires, de transmutation de déchets nucléaires, etc.. Par ailleurs, ILE augure des retombées directes pour la communauté de l'optique, de l'opto-électronique et des lasers...", estimée par ce dernier à 88 entreprises, soit 3800 salariés en Ile-de-France.

Patrick **Georges**, Directeur de Recherche CNRS à l'Institut d'Optique Graduate School, s'est focalisé sur le laser dans le projet ILE avec une présentation intitulée : "Vers l'Exawatt à haut taux de répétition". Ce dernier a fortement insisté sur le besoin de construire pour ILE un laser de pompe très performant. "Le laser de pompe de l'étage OPCPA est un élément clé, pour son développement, il bénéficiera de différents programmes laser déjà en cours (LUCIA-LULI France, Polaris-JENA, PFS Garching Allemagne)".

Philippe **Zeitoun**, Ingénieur de Recherche au Laboratoire d'Optique Appliquée a parlé des sources dérivées (X, particules) et lignes d'expériences. Il a exprimé ses besoins auprès de l'assistance réunie sur les aspects métrologie tir à tir, transport et séparation, focalisations, et synchronisation.

Suite aux exposés des chercheurs, les dirigeants de PME très représentatives du savoir-faire de l'optique francilienne ont pu donner leur avis sur leur expérience de la recherche collaborative et leurs attentes et contributions par rapport à ILE.

Samuel **Bucourt**, Directeur Général d'Imagine Optic a montré quel est l'intérêt de sa PME, spécialisée en métrologie optique et en optique adaptative, de participer à ce projet. "ILE constitue pour nous une opportunité économique. Nous pourrions en effet fournir un analyseur de front d'onde pour la caractérisation de faisceaux et des boucles d'optique adaptative pour l'optimisation dynamique de faisceau (contrôle du miroir M1). Nous aurons aussi la charge de l'alignement de faisceaux et l'alignement de composants, ainsi que l'étude de dimensionnement".

Gilles **Riboulet**, Président d'Amplitude Technologies a puisé dans son expérience pour affirmer que la collaboration entre laboratoires et PME constituait les clés de la réussite. "La fabrication de notre laser Sequoia a été rendue possible grâce à la mise à disposition des équipes du CEA et du financement des CRITT".

Philippe **Aubourg**, Directeur Commercial de Quantel a ensuite montré en quoi les grands projets contribuaient à l'avancée technologique et à la compétitivité des entreprises. Pour ce faire, il s'est basé sur l'exemple de LASERIX. "LASERIX a constitué pour nous un véritable défi technologique. Nous avons réalisé une première mondiale en développant pour l'occasion un laser commercial 100J à 527nm et 0,1 Hz".

Michel **Mariton**, Directeur Général d'Horiba Jobin Yvon, a abordé le projet ILE sous l'angle des réseaux de grande dimension et du développement industriel potentiel qu'il induit. "Bien que nous ayons déjà la charge de développer des réseaux de grande dimension uniques au monde pour le Laser Méga Joules, ILE représente un véritable défi car il faudra doubler la taille des réseaux. Nous sommes fiers d'y participer car ILE est un projet qui pourra donner des rêves aux jeunes et les pousser à devenir les chercheurs de demain".



La dernière présentation de la matinée était celle de Gérard **Labauve**, Président Directeur Général de Thales Laser. Fort de l'expérience collaborative qu'a connue son entreprise, il a déclaré que "les meilleures équipes sont des groupements où chaque entité apporte fortement sa personnalité. Il ne faut pas chercher à standardiser, mais au contraire profiter des connaissances pour s'adapter au mieux étant donné à la fois les budgets et l'enjeu d'un projet de l'ambition d'ILE".

Ce Rendez-vous s'est ensuite poursuivi autour d'un cocktail organisé par le LOA qui a permis d'échanger aux participants réunis pour l'occasion.

Le détail des présentations, la liste des participants et les photos sont disponibles dans l'[Espace Adhérents](#) du site d'Opticsvalley.

 Pour en savoir plus : contacter Julien **Amouroux**,  
Tél : 01 69 31 75 13 - [j.amouroux@opticsvalley.org](mailto:j.amouroux@opticsvalley.org)

## ► Le Wireless Program conserve sa dynamique !



40 participants réunis au GET pour le forum projets du Wireless Program

Dans la continuité du lancement du Wireless Program organisé chez Motorola le 30 novembre 2006, le forum des projets sans fil a réuni près de 40 techno-providers du sans-fil dans les locaux du GET, mardi 30 janvier dernier.

Lors de cette deuxième étape de l'action collective 12 PME ont exposé leurs savoir faire et axes de partenariats devant leur pairs.

De l'offreur à l'intégrateur, du composant ASIC aux plateformes de services IP, toute la chaîne de valeur identifiée dans l'étude sur le sans fil spécifiquement menée par le Cabinet Alcimed, était représentée.

Le networking qui a suivi ces présentations a confirmé l'ambition de ces PME à travailler ensemble : échange de cartes, discussion sur les projets, mises en relations? Tout porte à croire que les participants ont été satisfaits de cette réunion business.

Cet événement reflète l'ancrage d'**Opticsvalley** vers les nouvelles filières technologiques électronique et logicielle. L'importance du partenariat avec Jessica, réseau d'experts technologiques en électronique, a été essentielle pour l'identification et la sensibilisation de ces "nouveaux " acteurs.

Le programme entre désormais dans une phase très opérationnelle : l'accompagnement des projets.

Pour ce faire, **Opticsvalley** va monter trois ateliers de travail prévus en avril, juin et septembre. L'objectif de cette prochaine étape consistera à informer les PME et laboratoires des outils d'accompagnement dont disposent l'ensemble des partenaires (Captronic, aides de la DRIRE et du RDT, projets européens) et organiser des rencontres d'affaires.

 **Pour en savoir plus, faire part de ses projets** : contacter David-Olivier **Bouchez**,  
Tél : 01 69 31 75 11 - [do.bouchez@opticsvalley.org](mailto:do.bouchez@opticsvalley.org)  
Wireless Program : [www.opticsvalley.org/technosansfil](http://www.opticsvalley.org/technosansfil)

© Lumière, **Opticsvalley**, janvier - février 2007  
[Sommaire](#)

## ► Premières rencontres organisées par Opticsvalley et le PactePME sur le thème "caméra et capteurs d'images"

A la croisée de ses missions d'animation et de soutien aux entreprises des filières optique, électronique et logicielle en Ile-de-France, **Opticsvalley** participe activement au rapprochement entre les grands comptes et les PME de son réseau.

Dans la continuité de ces actions de rapprochement, **Opticsvalley** est devenu un partenaire privilégié du **Pacte PME** mis en oeuvre conjointement par le Comité Richelieu et OSEO anvar. Le Pacte PME repose sur un fort engagement de 31 grands comptes signataires et 900 PME qui y participent.

Le partenariat avec **Opticsvalley** se traduit par l'organisation commune de rencontres d'affaires entre des PME et les grands comptes sur des thématiques proposées par **Opticsvalley** et recherchées par les PME de son réseau. En préparation de ces rencontres, **Opticsvalley** intervient également dans l'identification et la sélection des PME les plus pertinentes.

La première de ces rencontres à l'initiative d'**Opticsvalley** s'est tenue mardi 30 janvier sur la thématique "caméras et capteurs d'images".

Cette rencontre a connu un vif succès auprès des grands comptes et des PME concernés par ces thèmes.

19 PME dont 13 franciliennes (Ateme, Bertin Technologies, Cedit Infrared Systems, DVS, Esox, Evitech, HGH Systèmes Infrarouges, i2S, Lheritier S.A.S., Lord Ingénierie, Matrix Vision France, Neavia Technologies, Photon Lines SAS, Realviz, Sofresud, Survision, Tietronix Optics Ulis et Visiolaser) ont présenté tour à tour leur expertise et produits devant les représentants de 15 grands comptes : Aéroports De Paris, le CNES, la DCN, la DGA, MBDA, le Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire, La Poste, Schneider, Siemens, le Ministère de l'Équipement, Sagem, SFR, la SNCF, ST Microelectronics et Thales.

Les solutions présentées étaient principalement dédiées aux applications de défense, de vidéosurveillance et de vision industrielle. La rencontre s'est achevée par une session d'échanges informels qui a confirmé le succès de ces rencontres auprès des participants. A l'issue de cet événement, les grands comptes ont exprimé un vif intérêt pour les PME participantes.

Forts de ce succès lié à une collaboration dynamique, le Pacte PME et **Opticsvalley** souhaitent s'associer rapidement à l'organisation d'une prochaine manifestation.

 **Pour en savoir plus** : contacter Thomas **Sennelier**  
Tél : 01 69 31 75 15 - [t.sennelier@opticsvalley.org](mailto:t.sennelier@opticsvalley.org)

© Lumière, **Opticsvalley**, janvier - février 2007  
[Sommaire](#)

## ► Forum de l'optique 2007, un nouvel élan !

Le 17 janvier dernier, comme chaque année à la même époque, l'un des grands rendez-vous du monde de l'optique s'est déroulé dans les locaux flambants neufs de l'Institut d'Optique Graduate School.

Ouvert à tous au coeur du campus polytechnique, ce forum a permis de rassembler des exposants dans des secteurs d'activités variés et avec des acteurs de tout niveaux (LNE, Thales, Sagem, Quantel, Valeo, Imagine Optic, Keopsys).

Outre les rencontres entreprises, cette manifestation a aussi permis de rééditer le forum des thèses, qui offre aux laboratoires la possibilité de se présenter aux étudiants désireux de poursuivre en thèse.

Avec sa bourse de l'emploi, **Opticsvalley** était bien sûr présente pour étudier les profils et orienter les visiteurs, jeunes diplômés pour la plupart, sur les outils nécessaires à une rapide intégration du marché du travail.

En pleine adéquation avec les nouvelles priorités de l'école concernant le caractère diffusant de l'optique et la convergence croissante des technologies, **Opticsvalley** a aussi informé de nombreux participants sur le tissu économique francilien et les interactions possibles entre les différents champs technologiques de l'optique de l'électronique ou de l'ingénierie logicielle.

L'édition 2007 du forum de l'optique, toujours convivial et animé témoigne d'une nouvelle étape franchie avec succès !

 Pour en savoir plus : contacter François Radet,  
Tél : 01 69 31 60 99 - [f.radet@opticsvalley.org](mailto:f.radet@opticsvalley.org)

© Lumière, **Opticsvalley**, janvier - février 2007  
[Sommaire](#)

## ► L'accès optique actuel et son évolution : un séminaire de Marcoussis plébiscité

Cette présentation de Philippe **Chanclou**, de France Telecom R&D à Lannion, a attiré près d'une centaine d'auditeurs franciliens, aussi bien des chercheurs que des professionnels des réseaux de télécommunications et de la distribution de services.

Après avoir rappelé la constante augmentation du débit mis à disposition de chaque abonné, Philippe **Chanclou** a présenté l'état des déploiements actuels de réseaux d'accès par fibre optique.

Ce déploiement est particulièrement avancé au Japon, où 6,5 millions d'abonnés sont déjà raccordés, alors que la situation en Europe, où l'ADSL est la technique "haut débit" de loin la plus répandue, traduit un certain retard, à l'exception de la Suède, voire de l'Italie.

En France, après quelques expériences locales de déploiement, plusieurs opérateurs pensent le moment venu de combler ce retard, comme l'illustrent plusieurs annonces récentes.

La présentation de Philippe **Chanclou** a ensuite porté sur les problèmes de coût de raccordement, ainsi que sur les architectures actuelles et spécificités des PON (réseaux optiques "passifs" tels qu'ils sont déployés) utilisant un multiplexage temporel. Comment améliorer l'efficacité de ces réseaux et en réduire le coût ? C'est l'enjeu des développements actuels visant à augmenter le débit de chaque fibre, avec en particulier l'ouverture sur un multiplexage en longueur d'onde. Dans ce contexte Philippe **Chanclou** a insisté sur l'importance de la standardisation et des organes de normalisation.

*Rappel : Les séminaires de Marcoussis sont une initiative collective d'Alcatel-Lucent, de Draka Comteq, de la pépinière Innov'valley, du GIE Alcatel Thales III-V Lab, du Laboratoire de Photonique et Nanostructures et d'Opticsvalley. Ils se tiennent tous les deuxièmes jeudis de chaque mois sur le site Alcatel-Lucent, à Marcoussis. Accessibles à tous, ils ont pour objet de créer un nouvel espace d'échanges et de discussion autour des télécoms afin de favoriser les échanges entre acteurs scientifiques et industriels franciliens.*

 Pour en savoir plus : contacter Anne-Laure Aurelle,  
Tél : 01 69 31 75 16 - [al.aurelle@opticsvalley.org](mailto:al.aurelle@opticsvalley.org)

© Lumière, **Opticsvalley**, janvier - février 2007  
[Sommaire](#)

## ► Deuxième réunion à Jena pour le Projet européen OMNI-NET



Les 15 partenaires du projet OMNI-NET coordonné par **Opticsvalley** se sont réunis pour la deuxième réunion de projet les 11 et 12 décembre 2006 à Jena, chez le partenaire OptoNet, cluster allemand de l'optique.

Les participants ont fait un point d'étape sur les travaux réalisés au cours des 6 derniers mois en matière d'échange de savoir-faire et de mise en place de meilleures pratiques avec 10 clusters extérieurs au projet, situés en Allemagne, Autriche, Luxembourg, Royaume-Uni et Slovaquie. Deux sessions parallèles de travail ont ensuite été organisées, l'une portant sur la méthodologie (comment créer un cluster dans une région, les stratégies de développement, les financements possibles?), et l'autre sur l'exploitation et la transposition des résultats obtenus dans le cadre d'OMNI-NET.

Au cours de la seconde journée, le work package sur l'identification de projets et stratégies communs a officiellement été lancé. Son objectif consiste à créer des liens entre les membres des différents clusters partenaires, afin qu'ils montent des projets collaboratifs de recherche et développement.

Une session de brainstorming a permis de dégager quelques thèmes communs pouvant intéresser les différents acteurs, tels que les technologies sans fil (transmission de données) et les technologies laser.

Dans le cadre d'OMNI-NET, des séminaires thématiques seront organisés par **Opticsvalley** entre avril et mai 2007 à destination de son réseau, avec une approche européenne. En fonction de l'intérêt des acteurs, des conventions européennes seront organisées en septembre 2007 avec les membres des autres clusters partenaires.

A l'issue de la réunion, les participants ont pu visiter le "Fraunhofer Institute for Applied Optics and Precision Engineering".

 Pour en savoir plus : contacter Fiona Gerente,  
Tél : 01 69 31 60 88 - [f.gerente@opticsvalley.org](mailto:f.gerente@opticsvalley.org)

© Lumière, **Opticsvalley**, janvier - février 2007  
[Sommaire](#)

## **Opticsvalley, partenaire du 1er Forum de l'International en Essonne**



**Opticsvalley** a participé au 1er Forum de l'International organisé le 6 décembre 2006 dans le cadre du Comité Départemental Export du 91 à la Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) de l'Essonne.

L'objectif de cette journée était double : sensibiliser les non exportateurs aux enjeux de l'international, et montrer que les principaux acteurs de l'international en Essonne peuvent se mobiliser pour une meilleure clarification des rôles de chacun en matière d'accompagnement.

Cette manifestation a remporté un vif succès puisque près de 350 chefs d'entreprises s'y sont rendus pour participer aux nombreuses activités de la journée : 18 ateliers thématiques (exporter pour la 1ère fois, les VIE, faire du développement local à partir d'un bureau basé à l'étranger), deux conférences plénières, de nombreux rendez-vous individuels avec les responsables de l'appui de 32 CCI françaises à l'étranger.

Aux côtés du Service des Relations Internationales de la CCI Essonne, des Conseillers du Commerce Extérieur, de la Coface, des Douanes, des Pôles de compétitivité, de l'AEE, de la CGPME, **Opticsvalley** a pris part à l'événement en contribuant à son organisation, en y tenant un stand permanent et en y animant un atelier sur les réseaux à l'international.

 Pour en savoir plus : contacter Fiona Gerente,  
Tél : 01 69 31 60 88 - [f.gerente@opticsvalley.org](mailto:f.gerente@opticsvalley.org)

© Lumière, **Opticsvalley**, janvier - février 2007  
[Sommaire](#)

## **Dossier**

### **Réalité virtuelle et augmentée**

#### **Du vrai faux au faux vrai...**

Très succinctement, la réalité virtuelle (RV) consiste à simuler informatiquement un environnement réel et le reproduire virtuellement, éventuellement en 3D, dans des dimensions visuelles et sonores permettant à un opérateur de s'y immerger et d'y interagir.

La réalité augmentée (RA) consiste, quant à elle, à augmenter une scène réelle avec des éléments graphiques 2D ou 3D en accord avec le mode réel perçu, qui aident l'opérateur à percevoir les éléments relatifs à la tâche en cours.

Alors que les acteurs, en particulier de la recherche, sont sensiblement les mêmes en RV et RA, les approches et les applications sont différentes, c'est la raison pour laquelle elles sont traitées séparément dans ce dossier. Eu égard à la maturité de son marché, la RV constituera la première partie de ce dossier et sera par conséquent plus nourrie que la partie consacrée à la RA, plus récente et moins "stabilisée", malgré des applications industrielles diversifiées.

La partie relative à la RV sera illustré par les témoignages d'acteurs industriels tels que Dassault Systèmes et Haption, puis de centres de recherche comme l'ENSMP.

A l'intersection entre RA et RV, rapprochées dans le jargon sous l'acronyme RV&A, nous irons du côté de VENISE, plate-forme du LIMS. Côté RA proprement dite, enfin, nous avons laissé la parole à Total Immersion, PME précurseur dans le domaine, ainsi qu'aux responsables de la plate-forme EVR@, issue du laboratoire IBISC à l'Université d'Evry.

#### **La réalité virtuelle (RV)**

##### **Aspects techniques**

Selon la définition donnée dans l'ouvrage collectif [le Traité de réalité virtuelle](#), écrit par 75 chercheurs et industriels français, spécialistes en RV, "La finalité de la RV est de permettre à une personne (ou à plusieurs) une activité sensori-motrice et cognitive dans un monde artificiel, créé numériquement, qui peut être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel".

La RV ne peut être envisagée que depuis une vingtaine d'années, grâce à l'augmentation importante de la puissance intrinsèque des ordinateurs, en particulier la possibilité de créer en temps réel des images de synthèse et de permettre une interactivité, toujours en temps réel, entre l'utilisateur et le monde virtuel. Elle exploite l'informatique et des interfaces comportementales en vue de simuler dans un monde virtuel le comportement d'entités 3D, qui sont en interaction en temps réel entre elles et avec un ou des utilisateurs en immersion pseudo-naturelle par l'intermédiaire de canaux sensori-moteurs.

La RV est intimement liée à grands domaines : les sciences et des techniques et les sciences humaines et des sciences du vivant.

1) En ce qui concerne les STIC (Sciences et Techniques de l'Information et de la Communication), le cadre de la RV dépasse celui de l'information et de la communication puisqu'il est question d'agir dans un monde virtuel. De nombreuses disciplines concourent donc à produire de nouvelles avancées dans le domaine de la RV :

- l'informatique propose et continue de développer de nouveaux algorithmes pour le traitement de modèles numériques et la création des environnements virtuels interactifs
- la téléopération et la robotique, par la capacité à développer de nouveaux organes actifs coopérants avec l'humain ;
- la mécanique, l'optique et l'acoustique fournissant les modélisations numériques des phénomènes physiques.

2) Dans le domaine des sciences humaines et des sciences du vivant, l'utilisateur est placé au coeur de la démarche de développement des technologies de la RV, ce qui implique une forte synergie avec des disciplines connexes à ce domaine :

- la psychologie expérimentale et les sciences du comportement développent des théories et des protocoles d'investigation concernant l'étude des actions et des perceptions humaines dans des conditions contrôlées, en environnement réel comme dans des environnements virtuels ;
- l'ergonomie développe des méthodes et des connaissances visant à améliorer la prise en compte des facteurs humains dans la conception et l'évaluation des environnements de RV, afin que ceux-ci soient en adéquation avec les objectifs des utilisateurs, les conditions d'utilisation, les exigences de confort et de sécurité, etc.
- la psychologie cognitive étudie la nature des processus cognitifs du sujet plongé dans une activité se déroulant dans un univers virtuel, qu'il s'agisse de mieux comprendre les particularités de ces environnements ou bien d'exploiter les mondes virtuels l'expérimentation et la modélisation ;
- la physiologie, la neurobiologie, etc.

### **Les équipements**

La RV est mise en oeuvre par différents moyens : tout d'abord, afin que l'interaction avec l'environnement virtuel puisse se faire, il est indispensable de se munir d'un **serveur graphique de calcul haute performance**.

Le rendu est alors obtenu par des lunettes ou casques individuels de RV connectés à de grands écrans à haute résolution (de type monoplan : le workbench, de type biplans : l'holobench, de type multiplans : CAVE, RAVE). L'utilisateur est équipé de lunettes commandées qui cachent alternativement la vision d'un oeil puis de l'autre, tandis que l'ordinateur affiche l'image correspondante de manière synchrone. L'interaction se fait au moyen d'un équipement multiple : des gants de données, des wands, sorte de joysticks interactifs, des widgets : mot-valise formé des mots window (fenêtre) et gadget, ce qui signifierait donc "gadget de fenêtre" utilisé dans le contexte des interfaces graphiques. En ce sens, le widget peut désigner un élément de base d'une interface graphique (liste déroulante, bouton, etc.).

Enfin, dans nombre d'applications notamment industrielles, l'interaction requiert également le recours à des bras articulés à retour d'effort.

### **Les composantes et technologies impliquées**

La RV implique une modélisation physique de la géométrie et du comportement ainsi qu'un traitement temps réel de grandes masses de données relatives à l'image et au son en 3D. Pour que l'interaction avec l'objet virtuel soit réaliste, notamment en environnement 3D, il est indispensable d'utiliser un capteur de qualité capable de réduire le temps de latence. L'environnement virtuel implique également une mise au point du retour d'effort, ainsi qu'une Interface Homme Machine.

### **Les domaines d'application et les défis industriels rencontrés**

#### **Indispensable brique logicielle**

La RV s'adresse principalement aux secteurs de l'automobile, de l'aéronautique, du transport, de l'énergie, de l'architecture, de la culture, du médical et du marketing. Pour ces divers marchés, elle répond à de multiples besoins :

- conception collaborative à distance, nommée fitting,
- fabrication de maquettes numériques pour simuler tout le cycle manufacturé
- conception architecturale ou urbaniste
- formation par simulateur (conduite de véhicules, aérospatiale, médecine),
- développement de jeux vidéo,
- simulation et visualisation scientifique 3D immersive et interactive
- product life management
- ...

Comme indiqué dans l'introduction, la mise au point d'une RV à même de répondre à ces besoins a été rendue possible grâce à la compétence logicielle de certains acteurs clés comme Dassault Systèmes.

## Dassault Systèmes, pionner en matières de solutions virtuelles

### Interview d'Arnaud Ribadeau-Dumas, Directeur de la Recherche et Développement chez Dassault Systèmes

Chez Dassault Systèmes, l'aventure de la RV commence en 1982, soit un an après la création de l'entreprise, avec la commercialisation au niveau national et international de CATIA, logiciel de CAO/CFAO en 3D utilisé pour la modélisation de surfaces et la commande numérique. Très vite ce logiciel occupe une place de choix auprès des industriels de l'automobile. En 1984, il devient le logiciel applicatif leader dans le secteur aéronautique. Il est même adopté en 1986 par Boeing. *"L'aéronautique a vu dans la possibilité de concevoir des maquettes numériques une économie phénoménale. Avant cela, tous les aspects prototypage de la construction de l'avion étaient réalisés sur une maquette en bois qui coûtait 1,5 fois son prix !"*, déclare Arnaud Ribadeau-Dumas.

A partir de 2002, Dassault Systèmes se lance sur le marché du Product Life Management à travers un partenariat avec Toyota Motor Corporation et le groupe Volvo, visant à étudier le cycle de vie des véhicules. Depuis, l'entreprise s'est développée sur ce marché et en est devenue le leader. Dans le détail, la gamme PLM anticipe les processus industriels à venir et offre une vision 3D de l'ensemble du cycle de vie d'un produit, de sa conception à sa maintenance. Le portefeuille de produits PLM comprend donc un ensemble de solutions standard : CATIA pour la conception virtuelle de produits, SolidWorks pour la conception mécanique en 3D, DELMIA pour la production virtuelle, SIMULIA pour la simulation et les tests virtuels et ENOVIA pour la gestion collaborative et globale du cycle de vie, décliné sous la forme de toute une gamme horizontale : ENOVIA VPLM, ENOVIA MatrixOne et ENOVIA SmarTeam.

En termes de marchés, les solutions PLM répondent aux besoins de plusieurs secteurs. Si l'industrie du bâtiment a fait l'objet d'un développement logiciel spécifique mené en partenariat avec Gehry Technologies en 2003, c'est le marketing qui en est le plus triand. *"Les professionnels du marketing ont recours à nos outils pour une approche cognitive vis-à-vis des consommateurs. Les contextes d'utilisation sont multiples ; un constructeur automobile simule virtuellement l'intérieur d'un véhicule et observe le comportement des utilisateurs ; un supermarché pour des besoins de chalandise simule en 3D l'intérieur d'un magasin et regarde comment s'y déplace le client ; Procter & Gamble réalise le design d'un shampoing pour voir si son packaging est vendeur, etc."*.

#### La R&D au coeur de la réussite

La part de R&D représentait en 2005 plus de 26% du CA de Dassault Systèmes (534 M€ en 2005), un investissement considérable mais nécessaire pour maintenir la société au rang de premier fournisseur mondial de solutions PLM. Cette démarche de R&D passe notamment par un engagement très sérieux dans des projets collaboratifs telles que les plateformes PETRA ou PERF RV ou bien encore les pôles de compétitivité, tels que [SYSTEM@TIC PARIS-REGION](#). La RA qui n'est pas le coeur de marché de Dassault Systèmes s'inscrit dans ce cadre de recherche collaborative pour de la vidéoconférence ou des programmes de maintenance de mise en câblage pour l'aéronautique. *"Nous explorons peu la RA, car pour les besoins de nos clients elle représente de fortes contraintes, notamment légales. Le port d'un casque toute la journée dans le cadre d'une maintenance assistée par la RA est très fatigant. Il est limité en France et parfois interdit dans certains pays"*.

#### Usine Numérique ou la participation active de Dassault Systèmes au Pôle de Compétitivité [SYSTEM@TICPARIS-REGION](#).

Le projet Usine Numérique de [SYSTEM@TIC PARIS-REGION](#) regroupe des partenaires industriels tels qu'Altis Semiconductor, EADS/Airbus, Dassault Aviation, Renault, ou Ilog, ainsi que des centres de R&D (CEA, INRIA, ENS de Cachan etc.). Usine Numérique s'appuie sur les technologies PLM de Dassault Systèmes, ses ressources en R&D et son réseau de partenaires pour apporter à l'industrie un environnement virtuel intégral où tout produit pourra préalablement être développé, fabriqué et maintenu sur ordinateur. *"Notre contribution consiste à fournir une plate-forme virtuelle, et à prendre en charge le développement algorithmique et l'acquisition de la géométrie"*.

#### Vers un marché de masse

Avec, en 2005, l'absorption de la société Virtools, leader des solutions de développement de contenu interactif riche en 3D, Dassault Systèmes espère voir s'ouvrir de nouveaux marchés en RV et changer sa stratégie. *"L'écueil auquel nous sommes souvent confrontés en RV est le volume assez faible de produits vendus. Quand Boeing a besoin de simuler une salle, il nous achète l'outil correspondant et n'y revient plus. Pour nous c'est un one shot. Grâce à la compétence de Virtools, nous comptons nous rapprocher des jeux vidéos pour toucher un marché de masse qui boostera le volume de ventes en RV"* conclut Arnaud Ribadeau-Dumas.

En savoir plus : <http://www.3ds.com/fr/>

Dans ce même registre de compétence logicielle, plus orientée militaire et aéronautique, notons l'importante contribution de Thales Training & Simulation. Citons à titre d'exemples trois de ses produits : *ThalesView*, *3Dchrono* et *SCENEmaker* fonctionnent à la fois sur les plateformes Windows et Linux.

- *ThalesView* regroupe une famille de générateurs d'images utilisable pour tout type d'intervention militaire. *ThalesView* est notamment reconnu par les autorités aéronautiques comme un outil de simulation de vol et de maintenance.

- *3Dchrono* est un logiciel de modélisation rapide de base de données urbaine visant, notamment, à simuler le théâtre des interventions militaires.

- *SCENEmaker* est un outil de création de bases de données géographiques en 3D.

#### La recherche collaborative, mère du progrès

Comme en a attesté le témoignage de Dassault Systèmes, le moyen de gagner en efficacité pour une technologie déjà mature comme la RV passe, entre autres, par la recherche collaborative impliquant chercheurs et industriels autour d'un objectif commun.

## Interview de Philippe Fuchs, responsable de l'équipe de recherche en RV&A du Centre de Robotique de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris



Interfaçage comportemental par chariot instrumenté pour les déplacements dans le magasin © ENSMP

Les recherches menées par l'équipe de Philippe Fuchs, co-auteur du Traité de réalité virtuelle, portent essentiellement sur la RV à travers trois axes : le développement d'un environnement virtuel, l'interfaçage et l'immersion des utilisateurs, l'homme dans l'environnement virtuel, sur les aspects cognitifs "avec tout de même, pour notre équipe, une volonté d'insister sur le second axe touchant à l'interfaçage et à l'immersion des utilisateurs, une spécialité que nous avons déjà pu mettre à contribution au sein des différents projets collaboratifs auxquels nous avons contribué", précise Philippe Fuchs.

### De PERF RV à l'Association Française de RV

PERF RV est un projet RNTL labellisé en juin 2000. Financé par le Ministère de la Recherche, il a effectivement débuté fin février 2001 et s'est achevé en août 2004.

PERF RV est né d'un constat selon lequel les outils virtuels pouvaient aider les industriels dans les secteurs de l'automobile, l'aéronautique, le transport, l'énergie, l'architecture, la culture et le médical, à réduire leurs coûts de production, de développement, d'industrialisation, de formation et de maintenance associés (cost effectiveness).

En véritable "bureau d'étude du futur", un ensemble de partenaires spécialisés issus de la recherche (l'INRIA, le CEA/LIST, l'Ecole des Mines de Paris, l'Institut Image/ENSAM, le LABRI, le LRV et le LIMS) et de l'industrie (EADS/ CCR France, l'Institut Français du Pétrole, le Centre Lalvois de ressources technologiques, Dassault aviation, GIAT-industries PSA Peugeot Citroën et Renault) se sont penchés sur la création d'environnements virtuels réalistes, représentant des systèmes manufacturés, anthropomorphes ou naturels, dont le comportement se rapproche de celui du monde réel ; "Pour notre part, nous avons beaucoup travaillé au retour d'effort des bras haptique sur deux doigts et non sur toute la main".

PERF RV a validé que la RV permettait aux industriels de réduire le temps de développement des nouveaux produits. Dans son sillage, il a donné naissance à la fois à l'Association Française de RV et à PERF RV2. "L'AFRV que je préside a été fondée par des chercheurs et des cadres de l'industrie. Elle entend fédérer la communauté française, académique et professionnelle, autour de la RV en remplissant une triple vocation :

- promouvoir et favoriser le développement de la RV&A, de la réalité mixte et de l'interaction 3D dans tous leurs aspects : enseignement, recherche, études, développements et applications ;
- procurer un moyen de communication entre les personnes intéressées par ce domaine ;
- faire reconnaître cette communauté par les institutions françaises, européennes et internationales"

De son côté, PERF RV 2, "L'Humain Virtuel au Travail dans l'Usine du Futur" est un projet RNTL lancé en 2005. Il entend démontrer que l'intégration de l'humain virtuel dans l'usine numérique permettra d'améliorer, dès la conception, l'efficacité et l'ergonomie des postes de travail. "En collaboration avec Haption et PSA, nous continueront nos recherches sur le retour d'effort dans un contexte où l'homme est plongé dans l'environnement virtuel".

### Proche des pôles de compétitivité

L'habitude des collaborations avec l'industrie s'est aussi concrétisée pour l'équipe de Philippe Fuchs par une contribution au projet IHS10 du Pôle [SYSTEM@TIC PARIS-REGION](http://www.system@tic-paris-region.fr) (partenaires : CEA LIST, Visteon, Valeo, PSA Peugeot Citroën, Renault, Haption et Intempora), qui porte sur la conception de l'intérieur des véhicules. "IHS 10 est focalisé sur trois canaux sensoriels visuel, haptique et acoustique, nous y serons amenés à traiter la partie afférente aux questions physiologiques puis mathématiques sur des aspects de vision en relief. Ces projets reflètent la maturité acquise par la RV ces 10 dernières années ; maturité qui satisfait des industriels dont les besoins vont croissant dans des secteurs de plus en plus nombreux, avec plus récemment, une percée dans le médical. En tant qu'acteur de ses évolutions, nous ne pouvons que nous réjouir de l'engouement que suscite cette discipline vouée à se développer", conclut Philippe Fuchs.

Pour en savoir plus : <http://caor.ensmp.fr/>

Dans cette même veine collaborative, regardons en détail la compétence liée au retour d'effort à travers le témoignage de la PME Haption dont c'est le cœur de métier à travers l'interview de Jérôme Perret, son Directeur Général.

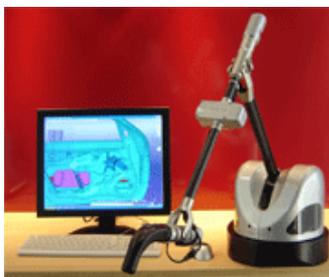
Fondée par Jérôme Perret et François Louveau, Haption est née en septembre 2001 d'un essaimage du CEA. Son cœur d'activité repose sur la conception, la fabrication et la commercialisation de systèmes à retour d'effort adaptés aux besoins de clients industriels et académiques. Haption prévoit de réaliser un CA de plus de 2 M€ en 2007.

### Le retour d'effort en clair

Un système à retour d'effort (aussi appelé interface haptique) est un périphérique informatique qui permet à son utilisateur d'interagir avec une application logicielle ou un objet virtuel par l'intermédiaire du sens du toucher. Il se compose d'une structure mécanique articulée équipée de moteurs et de capteurs, reliés à une électronique embarquée. L'utilisateur prend en main l'extrémité de la structure, et peut la déplacer librement, à la fois dans le monde réel et dans la scène virtuelle. Lorsque sa main virtuelle entre en contact avec un objet numérique, un courant est envoyé aux moteurs, qui simulent un contact réel. "Nos produits exercent un retour d'effort sur les 6 degrés de liberté (translations et rotations) Sans un retour d'effort 6D, il est impossible de simuler une interaction complète entre des objets 3D", précise Jérôme Perret.

### Panorama des clients

Les bras à retour d'effort d'Haption sont regroupés sous la gamme de produits Virtuose®. Très flexible, la PME propose ses produits tels quels, ou les customise à la demande ; de même certains clients achètent parfois une composante soit logicielle soit hardware "nous pouvons assurer le relais entre un maquettage et un marché et, si besoin est, aider à l'intégration".



Les Virtuose® (photo ci-contre) intéressent principalement l'industrie automobile pour la conception et le prototypage virtuel ; l'objet étant d'augmenter la productivité du constructeur en simulant virtuellement les fonctions de conception, de simulation et d'assemblage des véhicules. "Nos outils de simulation répondent à des demandes exigeantes de constructeurs automobiles nationaux tels que Renault ou PSA, Volkswagen en Allemagne ou encore un autre constructeur japonais".

En quelques années de fructueuses relations commerciales, le leadership d'Haption sur le marché de l'haptique acquis auprès du transport routier a apporté la confiance de l'aérien, très demandeur de simulations pour d'évidentes réductions de coûts, les maquettes étant nettement moins chères à simuler qu'à construire. *"Sur la base d'une reconstitution en 3D d'un A380, Airbus peut valider toutes les opérations de maintenance à réaliser sur l'avion tout au long de sa vie, et en plus, former les équipes techniques des compagnies aériennes clientes avant même la livraison"*.

## **Favoriser la réussite par la collaboration**

Si les laboratoires de recherche représentent un marché plus marginal, ils demeurent intéressants notamment du point de vue de la recherche collaborative. *"Nous entretenons des relations avec le CEA, l'INRIA, le CNRS ou bien encore Oséo anvar, afin de rester à la pointe de la technologie. C'est ce même désir de nous maintenir au top qui a motivé notre participation au projet IHS10 du Pôle de compétitivité SYSTEM@TIC PARIS-REGION. Dans ce cadre, nous aurons à doter les objets virtuels de comportements et à les simuler en temps-réel. Ceci va dans le sens de nos objectifs à 3 ans, axés sur le développement de nouvelles fonctionnalités interactives, en particulier pour le design"*, conclut Jérôme **Perret**.

## **Les chiffres du marché RV&A en Ile-de-France**

D'après la cinquième édition de l'ouvrage The Market for Visual Simulation Virtual Reality Systems, produit par l'organisme New Yorkais CyberEdge Information Services, le marché mondial pour l'ensemble du domaine de la visualisation simulation et RV était de 56 milliards \$US (soit environ 2% du marché des TI) en 2001. Ce secteur, malgré des temps difficiles liés à la chute de la bulle télécom, avait crû de 29% en 2002. Encore plus intéressant, en 2006, ce même marché a été porté à 97 milliards \$US. En ce qui concerne la RA, l'aspect encore marginal de ce marché n'a pas permis d'obtenir de chiffres sur le volume qu'il représente.

## **La réalité augmentée (RA)**

### **Principe de fonctionnement**

Un système d'acquisition d'image numérique (appareil photo numérique, caméra, webcam, etc.) produit les images sources, qui sont analysées par un serveur de calcul pour déterminer les caractéristiques des objets qui y figurent : position, orientation, mouvement, zones de recouvrement, etc. Par ailleurs, les informations de prise de vue (angle, position, focale) sont récupérées à l'aide de capteurs de position et d'orientation positionnés dans la scène et l'incrustation est directement reproduite à la bonne échelle sur l'image à "augmenter".

Ces informations servent à adapter le modèle informatique de la scène, de manière à être capable de calculer les caractéristiques des objets virtuels que l'on veut y insérer. Ces objets virtuels subissent alors des transformations géométriques qui permettront de les plaquer dans l'image source, de manière à les y intégrer de la manière la plus naturelle possible.

L'écran de visualisation peut être un écran classique sur lequel se superposent les images réelles, et les objets virtuels et/ou les données. Dans ce cas, on parle de RA en vision indirecte car l'objet à augmenter n'est pas visible.

Lorsque l'on utilise un écran translucide permettant de voir en transparence l'image réelle sur laquelle sont affichés les objets virtuels, on parle de RA en vision directe.

### **Les défis et verrous technologiques**

La RA pour fonctionner doit répondre à des critères très stricts listés ci-après :

- augmenter l'image avec des données virtuelles sans occulter la perception de l'environnement réel
- se recalculer en temps réel par rapport à l'image réelle
- bien positionner et adapter la forme des objets virtuels en fonction de l'angle de vue pour leur donner un aspect naturel
- obtenir un rendu le plus réaliste possible cohérent avec le reste de l'image (luminosité, ombrage, occlusion par d'autres objets)
- développer une IHM ergonomique et intuitive
- adapter les données virtuelles à la demande avec un tracking de l'oeil ou commande vocale

### **Des applications variées**

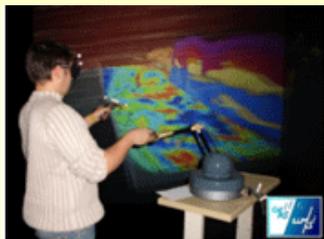
Bien que commercialement moins développée que la RV, la RA est utilisée dans de nombreux contextes professionnels que sont :

- la conception et le prototypage
- la chirurgie et la biomécanique
- le multimédia : insertion de tags ou d'infos dans un contenu multimédia /divertissement / audiovisuel / sport / jeu
- les améliorations de la perception
- la visualisation, l'aide à la décision notamment dans le cadre d'interventions ou de prévention d'incendie
- l'amélioration de la perception du réel
- l'atterrissage des avions
- la formation et la maintenance industrielle
- la reconstitution d'objets et de sites détruits ou endommagés
- Etc.

## Des recherches transverses en RV&A

VENISE (Virtualité et ENvironnement Immersif pour la Simulation et l'Expérimentation) est une action recherche en RV&A qui regroupe une trentaine de chercheurs, dont 15 permanents. Née en 1999, sa mission tend à structurer transversalement et animer les travaux de recherche menés en RV&A au sein du LIMSI-CNRS et, dans le même temps, devenir un acteur de la politique du CNRS en termes de recherches pluridisciplinaires pour et autour de la RV&A.

### Action transversale de RV&A VENISE du LIMSI-CNRS, Interview de Patrick Bourdot, responsable de l'équipe



Application "MécaFlu" du projet CoRSAIRe : exemple applications industrielles que scientifiques. Dans le cadre de la plateforme PERF d'interaction des de mécanique des fluides © LIMSI

Les recherches sont menées autour de 5 thèmes : architecture distribuée, multimodalité (geste, parole, audio 3D, haptique), mise en correspondance des mondes réels et virtuels, gestion des données complexes ou massives, paradigmes et métaphores interactives. Transversalement, ces thèmes touchent 5 applications : la mécanique des fluides, la bio-informatique (collaboration avec l'IBP de l'Université Paris-Sud 11 et avec l'EBGM de l'Université Paris 7), la Conception Assistée par Ordinateur plus piloté par l'aval, la télé-supervision de véhicule doté d'autonomie et la virtualité, art et design qui est une application émergente. "Nos activités de recherche visent toujours à répondre à des besoins applicatifs concrets, autant pour des applications industrielles que scientifiques. Dans le cadre de la plateforme PERF RV, nous avons mis au point des solutions logicielles pour permettre des interactions multimodales dans des systèmes de RV, en particulier pour combiner "en entrée" la reconnaissance de commandes vocales avec la capture, l'analyse et le traitement des mouvements et des gestes de l'utilisateur. L'application VRAD (Virtual Reality Aided Design) que nous avons développée à cette occasion sur le noyau géométrique OpenCASCADE, démontre l'apport des interfaces multimodales pour la conception immersive et collaborative de formes 3D". Présentée au salon Laval Virtual 2003, cette application de RV-CAO préfigure les organisations de travail que la RV va rendre possible pour les activités de design industriel. Les travaux actuels sur VRAD se poursuivent sur la plateforme CATIA et s'orientent vers la mise au point de paradigmes d'interaction haptique (retour d'efforts et perception tactile) pour la CAO. "Par ailleurs, nous sommes beaucoup sollicités sur la gestion des modalités "en sortie", à savoir les moyens de superviser de façon "intelligente" la combinaison des feedbacks 3D visuels, audio et haptiques en fonction des informations à transmettre à l'utilisateur", indique Patrick Bourdot.

#### Pléthore de projets

Parmi les nombreux projets auxquels VENISE participe, les plus structurants sont sans doute SACARI, CoRSAIRe, STREP "Wayfinding" et PERF RV2.

SACARI (supervision d'un véhicule autonome par une interface de virtualité augmentée) est une interface de conduite à distance connectée avec la plate-forme de véhicule semi-autonome de l'IEF appelée PiCar, résultant du projet VARVIC (Vision Artificielle et RV pour le Co-pilotage), un programme pluriformation 2002-2005 de l'Université Paris-Sud 11. Le but de cette action est de développer un système de réalité mixte permettant la conduite à distance d'un véhicule doté d'autonomie. "Dans le domaine de la virtualité augmentée, nous avons conçu une interface immersive pour la conduite à distance, utilisant l'orientation de la tête de l'utilisateur pour piloter en temps réel une caméra stéréo embarquée, tandis qu'une capture-restitution audio 3D vient d'être ajoutée pour améliorer la sensation de télé-présence. Pour la conduite à distance, nous avons réalisé un simulateur de conduite à distance basé sur un modèle physique du véhicule et une interface de conduite semi-autonome. Le tout tourne sur la plate-forme logicielle RTMaps dans le cadre d'un partenariat avec la société Intempora".

CoRSAIRe (Combinaisons de Rendus Sensori-moteurs pour l'Analyse Immersive de Résultats) entre dans le cadre de l'Action de Recherche Mont "Masse de Données, Modélisation, Simulation, Applications" de l'ANR. Basé sur un consortium de 5 partenaires (LIMSI-CNRS, IRCAM-CNRS, EBGM-INSERM, LEI-Paris 5, HAPTION S.A.), ce projet a démarré en 2006. "Outre le leadership du projet, nos contributions y portent à la fois sur la problématique de la multimodalité en sortie (visuelle, audio 3D et haptique) et concerne donc les thèmes de recherche 1, 2 et 3 de VENISE, ainsi que l'analyse immersive de données massives en articulation avec deux applications scientifiques autour de la mécanique des fluides et la bio-informatique".

STREP "Wayfinding" est un projet de trois années soutenu par l'Union Européenne (2005-2008).

Il porte sur le rôle des mouvements de la tête et sur l'impact de la réverbération dans la navigation en l'absence de vision dans un environnement RV. "Aux côtés de Michel Denis et de Brian Katz, ce projet implique les laboratoires de 5 chercheurs reconnus internationalement comme leaders dans le domaine de la cognition spatiale issus d'Utrecht aux Pays-Bas, du Collège de France, du MPI et de l'Université de Tübingen, en Allemagne, de UCL au Royaume-Uni, et de l'université la Sapienza, à Rome", précise Patrick Bourdot.

PERF RV2. Dans le cadre d'une collaboration étroite avec PSA Peugeot Citroën et Vecsys, l'objectif de la contribution du LIMSI-CNRS est de passer à l'évaluation in situation réelle des solutions préalablement investiguées lors de PERF RV. "Dans ce contexte, nos travaux portent sur la conception de systèmes de gestion multimodale des interactions en RV, non plus dans un environnement de développement ad hoc tel que la plate-forme EVI3D de l'équipe VENISE, mais dans des environnements logiciels standards ou commerciaux tels que Virtools. En l'occurrence, nous sommes chargés de la mise au point d'un module de reconnaissance de gestes (captés par le système infrarouge "Finger Tracking" de ARTrack), ainsi que du module de gestion des fusions multimodales de ces informations avec les commandes vocales que produira le système de reconnaissance de la parole de la société Vecsys. In fine, l'évaluation de nos solutions seront réalisées sur les scénarii de tâches industrielles spécifiés par PSA Peugeot Citroën".

#### Implication francilienne

Au niveau francilien, le LIMSI-CNRS est d'une part impliqué dans Digiteo Labs, et participe d'autre part au projet SVIC du Pôle [SYSTEM@TIC PARIS-REGION](#). Ce projet a pour objectif de délivrer un système interactif combinant des éléments matériels et logiciels pour permettre de nouvelles formes de collaboration en co-présence ou à distance, grâce à une surface interactive (mur images ou table écran) permettant d'interagir à plusieurs simultanément.

#### Et européenne

Enfin, au-delà de sa production scientifique, l'équipe VENISE contribue à la structuration de la communauté RV&A, tant au niveau national qu'europpéen. "Par delà le fait que je sois l'un des membres fondateurs de l'AFRV, l'équipe VENISE coordonne les quatre laboratoires CNRS impliqués dans le Réseau d'Excellence Européen INTUITION (Network of Excellence on virtual reality and virtual environments applications for future workspaces) du 6ème programme cadre IST. Associé à IBISC-CNRS (Evry), au LPPA-CNRS du Collège de France (Paris), à l'UMR-CNRS "Mouvement et Perception" (Marseille), et en partenariat avec le CEA LIST et l'INRIA, le LIMSI-CNRS participe très activement à l'organisation de la communauté RV&A en Europe, de sorte que notre vieux continent puisse jouer un rôle mondial de tout premier plan dans ce domaine d'avant-garde des Technologies de l'Information et de la Communication" conclut Patrick Bourdot.

En savoir plus : <http://www.limsi.fr/Scientifique/venise/>

## La RA multifonction

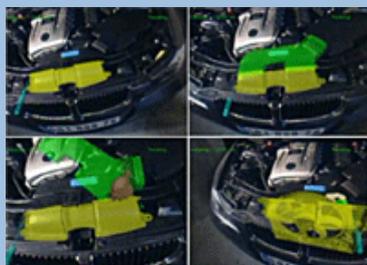
Laster Technologies est une société basée à Gif-sur-Yvette qui a breveté une innovation technologique en RA nommée *EnhancedView™*. Intégrée sur une paire de lunettes ou un casque en fonction des besoins, elle peut se prêter à de très nombreuses applications dans les secteurs tels que :

- la production et la maintenance (amélioration de la productivité en fabrication, de l'efficacité en entretien et réparation, prototypage et maquette virtuelle en mécanique ainsi qu'en construction civile)
- la défense et l'aéronautique (aide au pilotage de l'ensemble des appareils militaires, entraînement et simulation au combat sur terre, en mer et dans les airs, supervision des opérations, support à la logistique, entraînement et simulation des services de secours et de lutte contre l'incendie)
- l'automobile (aide à la conduite de nuit, en conditions difficiles, affichage d'informations de conduite, paramètres de sécurité, vitesse, carte GPS)
- le médical (assistance aux opérations chirurgicales complexes, monitoring dans le champ visuel du praticien, amélioration de la sécurité des opérations, de la concentration des praticiens sur le patient)
- le grand Public (concept de "walkman visuel", nouvelle forme d'écran portable couplé aux périphériques mobiles, PDA, téléphone portable pour visualisation d'image, de vidéo, d'e-mails, carte GPS, visioconférences, documents en trois dimensions, et jeux vidéo) Par ailleurs, ces périphériques d'affichage constituent une alternative intéressante aux écrans portatifs actuels en offrant un rapport taille d'écran/encombrement sans précédent.

Pour en savoir plus : [www.laster.fr](http://www.laster.fr)

## L'entertainment un marché porteur ?

### Total Immersion, éditeur de logiciel en RA pour l'industrie et l'Entertainment. interview de Valentin Lefèvre, Directeur technique



Ra pour de la maintenance automobile  
© Total Immersion

Comment cela fonctionne-t-il ?

Le client de Total Immersion fournit un modèle CAO en 3D sur lequel se greffent les informations, images ou explications. Afin de respecter les 6 degrés de liberté nécessaires à l'interaction, Total Immersion a mis de côté l'acquisition vidéo à l'aide de capteurs pour lui substituer une méthode utilisant deux logiciels : du markerless tracking (analyse d'images), d'un côté et son logiciel de RA D'Fusion® Rendering, de l'autre. Un choix facilité par l'arrivée de caméras HD, très utiles pour les salles immersives. "Nous avons recours à des caméras HD grand public à 2000 ou 3000 € qui fournissent une qualité d'image optimale". D'Fusion® contient l'algorithmie nécessaire à la capture d'image et à l'ajout d'informations. Compatible avec des logiciels de modélisation 3D tels que 3D studio, Maya ou CATIA, il s'installe sur du hardware

grand public. "50% des clients nous achètent une licence de D'Fusion® installée sur leurs PC et renouvelable tous les ans avec maintenance à la clé, tandis que nous vendons à l'autre moitié un PC clé en main à forte puissance de calcul sur lequel est déjà installé le logiciel D'Fusion®".

Mélange subtil entre l'industrie et l'Entertainment

Depuis 2002, en plus de l'early adopter qu'était l'automobile, s'est greffée l'aéronautique. Deux secteurs de marché, qui, aujourd'hui, apportent à Total Immersion 500 k€ pour un CA total de 2,5 M€ et une quarantaine d'employés, fin 2006.

Une autre partie de la clientèle provient du marché des jeux, notamment des parcs d'attraction. « Nous avons apporté notre contribution au miroir interactif du Futuroscope et à d'autres applications immersives. Les utilisateurs se trouvent dans un train et voient défiler un paysage dans lequel peuvent s'ébattre des animaux du futur grâce à des jumelles à travers lesquelles nous projetons la RA. Ces jumelles sont reliées à un serveur caché dans le train ».

Le très fort attrait de la téléphonie mobile constitue un autre vivier potentiel pour la RA. "Pendant le salon international 3GSM qui se tiendra du 12 au 15 Février prochain à Barcelone, nous allons montrer, en partenariat avec Alcatel-Lucent, ce qui pourra être fait en matière d'interactivité RA sur leurs téléphones 3G, aboutissant à l'émergence d'une nouvelle génération de jeux vidéos. Ce segment de marché nous a poussés à mettre au point un logiciel multi plateforme qui s'adapte à toutes les marques de téléphone, en passant directement par l'opérateur".

R&D et évolutions

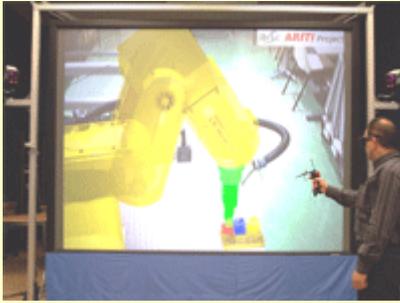
Tous ces marchés potentiels augurent une évolution fulgurante du CA qui devrait atteindre les 7 M€ en 2007. Rien de cela ne serait possible sans une R&D forte. "Ce sont 4 à 5 personnes qui travaillent à la R&D et nourrissent des collaborations régulières avec l'INRIA de Rennes ou celui de Grenoble. En outre, nous avons été impliqués dans le projet européen Holonics. La R&D et nos récents développements technologiques nous permettent de nous ouvrir de plus en plus aujourd'hui aux applications "mass market", orientées grand public".

En savoir plus : <http://www.t-immersion.com>

## L'Université d'Evry, acteur majeur de la RA

À l'Université d'Evry, le laboratoire Informatique, Biologie Intégrative et Systèmes Complexes (IBISC) rassemble les laboratoires de Méthodes Informatiques (LaMI) et Laboratoire de Systèmes Complexes (LSC), placé sous la direction d'Etienne **Colle**. Il est composé d'environ 120 personnes, 60 permanents et 60 doctorants. L'équipe RATC, dirigée par Malik **Mallem** comporte 13 personnes. Ses recherches portent sur les thématiques de la RA et du Travail Collaboratif en réponse à des projets concrets liés à des problématiques métier.

## IBISC, Interview de Frédéric Davesne, ingénieur de recherche attaché à la plate-forme Evr@



Application ARITI © IBISC

Pour mettre en oeuvre le passage de la théorie à la pratique, le laboratoire IBISC s'est doté d'une plateforme de RV&A nommée EVR@. Son idée directrice est de permettre à l'homme d'interagir le plus naturellement et librement possible avec un monde virtuel, ou un site distant. Pour cela, cette plateforme possède un système de projection stéréoscopique de 3,20m x 2,40m, couplé à un système de suivi optique des gestes de l'utilisateur placé devant l'écran.

### Répondre à une multitude de besoins

La RA comme assistance à la manipulation d'un robot distant ARITI (Augmented Reality Interface for Teleoperation via Internet) initié par Samir **Otmane**, membre de l'équipe RATC et référencé sur le site de télérobotique de la NASA depuis 1999, est une application générique qui permet de manipuler des robots à distance, soit à partir d'une interface web, soit à partir de la plateforme EVR@. Un modèle virtuel du robot superposé sur l'image que reçoit l'utilisateur permet la prédiction du futur mouvement du robot et s'affranchit des contraintes de délais de transmission liées à Internet. *"L'utilisation de guides virtuels permet au système d'anticiper les choix de l'utilisateur en lui évitant les fausses manoeuvres et en le guidant pour réaliser des tâches sur le site distant nécessitant par défaut beaucoup de concentration"*, indique Frédéric **Davesne**.

### La RA comme assistance à l'homme de terrain

Le projet AMRA, (RNTL 2002 à 2004 en partenariat avec le CEA LIST et Alstom), a pour but d'apporter une aide à la maintenance des trains. L'opérateur équipé d'un tablet PC sur lequel est fixée une caméra CCD peut obtenir une aide contextuelle en direct sur la pièce qu'il regarde grâce à l'association, temps réel, image réelle/modèle virtuel de la pièce filmée/base de connaissance.

Le projet RAXENV (ANR Technologies logicielles 2006), mené en partenariat avec le Bureau des Ressources Géologiques et Minières et la Lyonnaise des eaux Suez, va plus loin en portant l'utilisation de la RA en extérieur. L'objectif est de proposer à l'utilisateur des fonctionnalités que l'on pourrait assimiler à un Google Earth portable où les aspects terrain sont fournis par le réel. *"Une grande difficulté scientifique réside dans le fait que le système doit pouvoir se localiser dans un environnement dont il ne possède pas a priori de modèle exhaustif"*.

### La Réalité Virtualisée comme moyen d'exploration et d'étude de sites difficilement accessibles

La compétence de l'équipe RATC d'IBISC est sollicitée dans le projet européen VENUS (Virtual Exploration of Underwater Site) destiné à des archéologues sous-marins désireux d'étudier des sites d'épaves préalablement filmés et scannés, puis reconstruits en 3D et visualisés, par exemple sur la plateforme EVR@. L'augmentation des images et les méthodes d'interaction 3D collaboratives doivent permettre de faciliter l'accès aux informations du site marin (surimpression contours d'amphores, par exemple) et d'aider au travail collaboratif des archéologues en permettant à plusieurs personnes de partager en temps réel des connaissances sur un même site et de vérifier leurs hypothèses sur la vérité du patrimoine culturel.

Dans la même lignée, le laboratoire IBISC participe également au projet ANR/Audiovisuel et multimédia Digital Ocean initié par la société VirtualDive, qui souhaite rendre possible l'exploration et l'interaction à plusieurs avec le milieu subaquatique. *"Les personnes interagissent avec l'environnement virtualisé soit en étant placées devant un système tel que la plateforme EVR@, soit en étant plongées dans une piscine et équipées d'un dispositif multimédia subaquatique spécifique. Des centres de loisir nautiques sont d'ores et déjà intéressés par cette idée originale"*, conclut Frédéric **Davesne**.

En savoir plus : <http://evra.ibisc.univ-evry.fr>

## Les acteurs franciliens de la RV&A

Parmi les acteurs franciliens de la RV&A, on peut citer les entreprises et laboratoires suivants :

### - entreprises

[Altadyn](#), [Apportmedia](#), [Autodesk](#), [Dassault Systèmes](#), [Laster](#), [Oktal](#), [Progistik](#), [Silicon worlds](#), [Techviz](#), [Total immersion](#), [Virtools](#)

### - laboratoires et centres de recherche

[CEA LIST](#), [Equipe MIRAGES de l'INRIA](#), [Centre de CAO et Robotique de l'ENSMP](#), [Ecole Supérieure d'Informatique, Electronique et Automatique](#), [IBISC](#), [Equipe VENISE du LIMS](#)

© Lumière, **Opticsvalley**, janvier - février 2007  
[Sommaire](#)

## Opportunités

### Appel à propositions ASTRE 2007

Pour la huitième année consécutive, le Conseil général de l'Essonne lance l'appel à propositions ASTRE à destination des institutions de recherche et/ou d'enseignement supérieur ainsi qu'aux centres de ressources technologiques (tels que les CRT) relevant du secteur public et parapublic. Cet appel vise à :

- favoriser leurs interactions ou leurs partenariats avec des entreprises locales,
- créer ou maintenir des emplois grâce à l'innovation et au transfert technologique vers des entreprises essoniennes existantes ou en cours de création,
- renforcer la compétitivité internationale de la recherche et des entreprises essoniennes.

Pour mémoire, en 2006, 12 projets ont été retenus dans le cadre d'ASTRE, dont plus de la moitié implique les acteurs de notre réseau, qu'il s'agisse de la filière optique (développement d'un dispositif femtosecondes à l'École Polytechnique, analyseur de gaz optique à l'ONERA, démonstrateur pour un Laser ultra-bref Intense au CEA), ou de la filière du logiciel (validation de systèmes d'identification à l'INT, collecte des données au travers d'un réseau local série à l'Université Paris-Sud 11...) Cette année encore, n'hésitez pas à solliciter **Opticsvalley** : le service Innovation se tient à votre disposition pour vous conseiller dans le montage du dossier et opérer avec vous une relecture avant envoi au Conseil général de l'Essonne.

**La date limite de remise des dossiers est fixé au 09 mars 2007.**

 **Pour en savoir plus** : contacter David-Olivier **Bouchez**,  
Tél : 01 69 31 75 11 - [do.bouchez@opticsvalley.org](mailto:do.bouchez@opticsvalley.org)

© Lumière, **Opticsvalley**, janvier - février 2007  
[Sommaire](#)

## **Nanométrie dimensionnelle : enquête du LNE**

Le Laboratoire National de Métrologie et d'Essais, membre du réseau PRISME, travaille à développer l'instrumentation de référence capable d'apporter un soutien technique aux acteurs français des nanotechnologies. Cela s'est traduit par la mise en place d'un laboratoire en nanométrie dimensionnelle sur le site du LNE de Trappes (Yvelines) au sein du Centre de Métrologie Scientifique et Industrielle – CMSI – destiné à :

- offrir des capacités de transfert (mesure d'étalons pour la caractérisation ou la traçabilité des mesures dimensionnelles à l'échelle nanométrique, traçables),
- participer au développement des futurs étalons de référence en nanométrie dimensionnelle,
- conseiller et expertiser en métrologie et en instrumentation pour les nanotechnologies,
- être un acteur dans les travaux de normalisation au sein de l'ISO TC 229 sur la thématique "métrologie et caractérisation des nanotechnologies" et devenir une force de proposition vis-à-vis des pouvoirs publics.

A cet effet, le LNE lance une enquête destinée à mieux identifier et évaluer les besoins des acteurs français en nanométrie dimensionnelle et en nanocaractérisation.

Le résultat de cette enquête fera l'objet d'une communication au cours de l'année 2007, qui aura le souci de préserver l'anonymat des réponses.

Afin de pouvoir répondre à cette enquête, nous vous invitons à contacter Franck **Larsonnier** au LNE : [franck.larsonnier@lne.fr](mailto:franck.larsonnier@lne.fr) – Tél: 01 30 69 21 86 – fax: 01 30 69 12 34. Nous vous invitons à vous rendre également sur [les pages PRISME du site d'Opticsvalley](#).

 **Pour en savoir plus** : contacter David-Olivier **Bouchez**,  
Tél : 01 69 31 75 11 - [do.bouchez@opticsvalley.org](mailto:do.bouchez@opticsvalley.org)

© Lumière, **Opticsvalley**, octobre - novembre 2006  
[Sommaire](#)

## **PME yvelinoises, saisissez l'opportunité d'un financement !**

Vous êtes une entreprise en développement et vous avez un projet créateur d'emplois ? Profitez d'un prêt participatif, sans garantie, à un taux attractif transformable en subvention. La société Geris, filiale du groupe Thales, a en effet mobilisé un fonds dédié au financement de projets de PME sur le territoire des Yvelines dans le cadre d'une convention de revitalisation signée entre l'Etat et Thales Systèmes Aéroportés.

Ce dispositif s'appuie sur un abondement d'OSEO BDPME.

 **Pour en savoir plus** sur les critères d'attribution de ce prêt et sur le territoire éligible : contacter Serge **Thurey**  
Thales / Géris – 18, rue de la Pépinière  
Tél : 01 57 77 82 31 - 01 57 77 82 35  
[serge.thurey@thalesgroup.com](mailto:serge.thurey@thalesgroup.com)

© Lumière, **Opticsvalley**, janvier - février 2007  
[Sommaire](#)

## **PME de haute technologie recherche un ingénieur commercial**

Possédant de solides bases techniques en optique, de préférence dans le domaine des lasers, le candidat retenu sera chargé du développement des ventes en France et à l'export, auprès d'une clientèle scientifique et industrielle de haut niveau.

Une expérience réussie de la vente de produits technologiques, ainsi qu'un anglais irréprochable sont indispensables pour ce poste.

Des déplacements fréquents, en France et à l'étranger, sont à prévoir. Enfin, en relation directe avec le P-D.G., le candidat sera également en charge de l'élaboration et de la mise en oeuvre de la politique de développement commercial (communication, salons, etc.).

 **Pour en savoir plus** : contacter François **Radet**  
Tél : 01 69 31 60 99 - [f.radet@opticsvalley.org](mailto:f.radet@opticsvalley.org)

© Lumière, **Opticsvalley**, janvier - février 2007  
[Sommaire](#)

---

*Lumière* est une publication bimestrielle d'Opticsvalley, soutenue par :



---

Directeur de la Publication : Maurice **Klein**

Conseillers scientifiques : Pierre **Chavel**, Didier **Juvin**, Jean-Michel **Lourtioz**

Rédactrice en chef : Karine **Jacq**

Secrétaire de rédaction : François **Lafosse**

**Pour écrire à la rédaction : [redaction@opticsvalley.org](mailto:redaction@opticsvalley.org)**

*Lumière* est diffusé en PDF.

Pour vous abonner, il vous suffit de cliquer sur le lien ci-dessous :

- [Abonnement à Lumière version PDF](#)

Pour vous désabonner, il vous suffit de cliquer sur le lien ci-dessous :

- [Désabonnement de Lumière version PDF](#)

---

© **Opticsvalley 2007**

Reproduction possible à des fins non commerciales, sous réserve d'autorisation de notre part.

Conformément aux dispositions de la loi 78-17 "Informatique, fichiers et liberté", nos abonnés ont la possibilité d'accéder aux informations les concernant et de les rectifier s'ils le jugent nécessaire.

---