

8

numéro

# noir SUR blanc

page 2  
éditorial

pages 3, 4, 5 & 6

**dossier**  
**Synthèse d'images  
et physique**

page 7  
forum

pages 8 & 9

**avancées**

**L'image numérique  
à l'IRIT**

pages 10 & 11  
événements

page 12

**l'invité**  
**François Sillion**

Boltzmann-Lorentz :

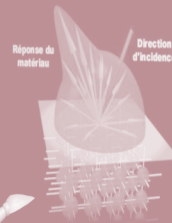
$$\frac{1}{c} \frac{\partial f_\nu}{\partial t} + \vec{u} \cdot \vec{\nabla} f_\nu = C(f_\nu)$$



**Modèles physiques  
pour la synthèse  
d'images**

Bidirectional Reflectance Distribution Function :

$$f_r(x, \omega_i, \omega_r, \lambda) = \frac{dL_r(x, \omega_r, \lambda)}{L_i(x, \omega_i, \lambda) \cos \theta_i d\omega_i}$$



**Modèles  
et algorithmes  
pour la simulation  
de matériaux  
et de l'éclairage**

**Modélisation géométrique  
et biomécanique pour  
la synthèse d'images**

Image de synthèse, Mathias Paulin – Logiciel Ray of Light, © 2004, Luc Claustres, Mathias Paulin, IRIT



Les interactions de l'informatique avec d'autres disciplines deviennent de plus en plus nombreuses, sur le plan des outils comme sur celui des méthodes. **noir sur blanc** a déjà présenté de telles interactions par rapport aux mathématiques (n° 4) et aux sciences cognitives (n° 2).

Ce huitième numéro est centré sur un autre exemple d'enrichissements mutuels entre disciplines : l'informatique et la physique, et illustre ce qu'ils ont de spécifique.

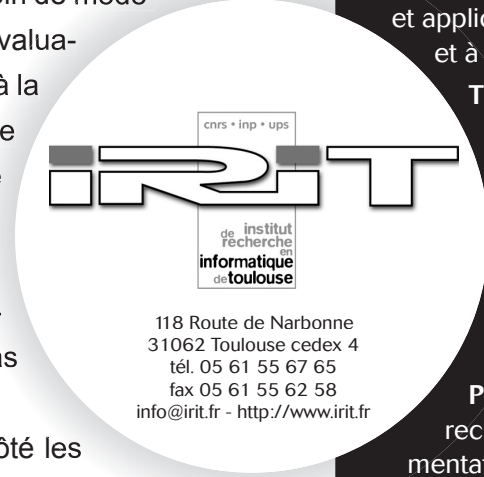
Mathias Paulin montre dans le *Dossier* qu'un thème important de cette interaction concerne la simulation physique et la synthèse d'images. En effet, la synthèse d'images a besoin de modèles du monde physique, par exemple pour l'évaluation des transferts d'énergie par rayonnement, à la base du rendu des images de synthèse. D'autre part, la simulation, en particulier sur la base de scènes d'images virtuelles, est devenue une nécessité en physique. Précision des modèles, efficacité des calculs, exploitabilité des représentations des résultats sont dans les deux cas indispensables.

Notre *Invité*, François Sillion, illustre de son côté les exigences de telles contraintes, mais aussi la portée du croisement réussi outils-méthodes, comme dans la simulation de la croissance des plantes, par exemple.

La réalité virtuelle peut jouer aussi un rôle entièrement nouveau dans un domaine tel que la narration et la création de scénarii (cf. la rubrique *Forum*). Les *Avancées* des recherches de l'IRIT sur l'image numérique soulignent quelques points forts, par exemple l'appariement d'images, la communication visuo-gestuelle, etc., ainsi que des applications porteuses : télédétection, mixité d'images réelles et virtuelles, etc. (cf. MIDI, laboratoire commun IRIT - EADS).

Ces recherches montrent la nécessité de ce travail interdisciplinaire, dont les applications se développent aussi bien dans nombre de domaines de recherche que dans notre monde quotidien.

Luis Fariñas del Cerro



**l'IRIT en 2004**

Les 7 thèmes de recherche de l'IRIT — unité mixte de recherche CNRS, INPT, UPS et **aujourd'hui UT1** — couvrent l'ensemble des domaines de l'informatique actuelle. Cette diversité, formidable foyer de complémentarité et de multidisciplinarité, s'accompagne du **développement prioritaire de projets transversaux et de nouvelles plates-formes opérationnelles.**

Les projets :

**Dialogue**, étude du dialogue oral homme-machine.

**Interaction dégradée**, étude des modèles de communication/interaction dégradées.

**SIGMA**, technologies multimédia et applications à la médecine et à la télé-médecine.

**TLSE**, site d'expertise sur les matrices creuses et développement de logiciels.

**Laboratoire des usages** Handicap et mobilité étendue.

et

**PRETI** plate-forme de recherche et d'expérimentation en traitement de l'information.

**PREVI** plate-forme de réalité virtuelle et d'interaction.

**RFIEC** plate-forme pour la recherche d'information et l'extraction des connaissances.

Et pour inaugurer cette nouvelle époque : **un nouveau bâtiment.**

*à suivre...*

**Directeur de la publication**

Luis Fariñas del Cerro

**Directrice adjointe de la publication**

Colette Ravinet

**Secrétariat de rédaction** Véronique Debats

**Comité de rédaction**

Régine André-Obrecht, Vincent Charvillat, Jérôme Lang, Mustapha Mojahid, Gérard Padiou, Pascal Sainrat, Jacques Virbel

**Maquette** Lestang Création

**Contact de la rédaction**

05 61 55 65 10 – nsb@irit.fr

# Synthèse d'images et physique, apports mutuels

**La synthèse d'images  
a pour objet de créer  
des univers virtuels  
respectant  
les lois physiques  
gouvernant le monde réel.  
La physique cherche  
à comprendre  
et à expliquer ces lois.  
Les relations  
entre les deux domaines  
se développent  
principalement autour  
de la modélisation  
et du calcul**

L'expérimentation réelle autour de nombreux phénomènes physiques se révèle très coûteuse ou porteuse de gros risques pour l'environnement. Ce constat rend nécessaire le développement d'outils de simulation en réalité virtuelle. Cette simulation repose sur une modélisation précise du monde réel, des outils de calcul efficaces et une représentation exploitable des résultats. La modélisation du monde dans lequel nous vivons, afin de comprendre et d'expliquer les phénomènes s'y déroulant, est un des objectifs de la recherche en physique. La modélisation de mondes virtuels et leur perception par l'homme font partie des objectifs majeurs de la synthèse d'images. Comment retranscrire dans un monde virtuel les lois physiques du monde réel ? Comment étudier ces lois dans un monde virtuel ? Ces deux questions qui fondent la recherche en synthèse d'images sont autant de points de convergence entre physiciens et informaticiens.

**Simulation physique et synthèse d'images** - Pour créer et faire évoluer un monde virtuel, trois phases sont nécessaires. [1] La première, modélisation géométrique, concerne la construction du monde virtuel que l'on veut étudier. [2] La seconde, modélisation physique pour le rendu et l'évolution, consiste à modéliser et évaluer les phénomènes que l'on veut simuler. Enfin, [3] la dernière s'attache à définir la manière dont on va percevoir ce monde.

Dans le cadre de la simulation réaliste, à chaque étape de modélisation, les lois physiques régissant le monde réel doivent être répercutées dans le monde virtuel.

[1] Ainsi, à l'étape de modélisation géométrique d'objets manufacturés, les contraintes de fabrication et d'usinage des objets doivent être prises en compte. Lors de la conception et de l'assemblage d'objets complexes, les contraintes de résistance des matériaux doivent être satisfaites. Si l'on modélise des objets naturels, les lois de formation de ces objets doivent être reproduites. Par exemple, dans le cas de végétaux, on utilise des modèles de croissance issus de la botanique.

[2] La modélisation physique de la scène pour

le rendu est le point de rencontre principal entre physiciens et informaticiens. L'étape de rendu d'une image de synthèse consiste à évaluer tous les transferts d'énergie par rayonnement dans la scène et à calculer le flux incident sur l'observateur de la scène. Si l'observateur est un humain, son système visuel est modélisé et la simulation a lieu principalement dans le domaine visible du spectre. Si l'on étudie un phénomène infrarouge, l'observateur sera alors une modélisation d'un capteur thermique. La modélisation et l'évaluation des transferts

## Algorithmes de Monte Carlo pour la simulation des transferts radiatifs en combustion

### Un exemple de collaboration entre la physique et la synthèse d'images

dans le cadre des Actions Thématiques Incitatives sur Programme 2002-2003 du département SPI CNRS

Les restrictions imposées par les lois européennes sur les rejets polluants dans l'atmosphère et la compétitivité croissante de l'industrie de la combustion dans de nombreux domaines d'application (chaudières, moteurs, propulseurs fusées, turbines à gaz) exigent une meilleure maîtrise des outils de dimensionnement des chambres de combustion, tant du point de vue énergétique qu'environnemental. La physique mésoscopique du rayonnement thermique dans des mélanges de gaz et de particules (interactions à distance, dimension angulaire, phénomènes de multi-diffusions/multi-reflexions, spectres de raies) est source de difficultés de modélisation, en particulier lorsqu'il s'agit d'envisager, en géométrie tridimensionnelle, des simulations interactives rayonnement/chimie détaillée/dynamique des fluides telles que celles nécessaires à une bonne compréhension des mécanismes de production d'espèces mineures polluantes (oxydes d'azote, particules de suie).

Les outils de simulation disponibles pour atteindre des performances numériques acceptables font appel à de très fortes simplifications des dimensions angulaire et spectrale du problème. Une conséquence malheureusement réputée est qu'il est difficile d'évaluer l'erreur associée à de telles simulations et de prévoir l'impact de modifications locales du système (température aux parois, géométrie de la chambre, ...) sur le résultat global de l'étude.

Le résultat de ce projet est un logiciel de simulation en géométrie tridimensionnelle, répondant à un besoin bien identifié dans la communauté scientifique comme en milieu industriel : assurer avec flexibilité la possibilité d'un contrôle de précision pour les travaux en géométrie complexe et fournir un outil d'aide au dimensionnement par l'analyse des sensibilités aux paramètres du système.

L'approche informatique retenue permet en particulier d'interfacer simplement le code radiatif par intégration numérique de Monte Carlo avec les solveurs commerciaux usuels de dynamique des fluides.

*Partenaires :*

*Centre Énergétique-Environnement, École des Mines d'Albi / Équipe Synthèse d'Images et Réalité Virtuelle, IRIT / Lab. d'Énergétique, Université Paul Sabatier Toulouse 3 / Dpt d'Énergétique Fondamentale et Appliquée, ONERA, Palaiseau*

**Contact : Mouna El Hafi, [elhafi@enstimac.fr](mailto:elhafi@enstimac.fr)**

d'énergie par rayonnement dans la scène peuvent être abordées soit par une approche par éléments finis et une expression sous forme d'un système linéaire, soit par formulation du problème dans l'espace des chemins optiques et intégration numérique dans cet espace. Ces deux approches soulèvent le problème crucial du calcul. La synthèse d'images s'intéresse à l'optimisation de ces méthodes et fournit des outils de quantification et de contrôle de l'erreur de simulation. L'évaluation de ces transferts nécessite la modélisation des lois de réflexion de la lumière sur la surface des objets et des lois de diffusion dans les milieux gazeux, par exemple le brouillard. Afin de diminuer les temps de calcul de la simulation, cette modélisation, dans le cadre de la synthèse d'images, consiste à exprimer de manière macroscopique des phénomènes microscopiques ou mésoscopiques (sachant que l'ordre mésoscopique comble le vide qui existe entre l'ordre microscopique et l'ordre macroscopique).

La démarche suivie peut être soit une étude phénoménologique fournissant une équation transcrivant la propriété d'un matériau, soit une simulation numérique à partir d'une description multi-échelle du matériau et de la surface. Il est aussi possible d'obtenir directement cette information macroscopique par mesures physiques de matériaux réels.

- La modélisation sous forme d'équation présente un avantage indéniable de compacité puisqu'un petit nombre de paramètres va représenter un phénomène complexe. Cependant, il est souvent difficile de définir une telle fonction et la détermination des paramètres du modèle à partir de données réelles, reposant sur un processus d'inversion de cette fonction, est très instable.

- Les approches par simulation numérique ou par mesures engendrent un volume de données très important. Il faut alors définir un formalisme compact permettant l'exploitation de ces données, dans le sens direct – correspondant à une opération de synthèse – et dans le sens indirect – correspondant à une opération d'analyse – Ces approches sont cependant plus stables et moins gourmandes en temps de calcul. De plus, l'utilisation conjointe de la simulation et de la mesure permet de vérifier des théories physiques cherchant à expliquer un phénomène.

Le choix de l'une des deux approches de modélisation correspond donc à un compromis variable d'une simulation à l'autre, entre temps de calcul et stockage.

**La modélisation de l'évolution du monde virtuel** au cours du temps introduit une complexité supplémentaire. En effet, tant au niveau de la géométrie de la scène que des propriétés physiques des matériaux, de nombreuses hypothèses ne sont plus envisageables. Ainsi, considérant que la scène est stationnaire, les optimisations des modèles, des structures de données et des algorithmes ne sont plus valables. La recherche d'une méthode optimale induit des difficultés supplémentaires dans la discrétisation du temps. De nombreux phénomènes se déroulent à des échelles temporelles différentes et il faut en tenir compte dans la simulation. Ainsi, une approche à hautes fréquences utilisée lors du calcul des forces appliquées sur un objet déformable, un drapeau flottant au vent par exemple, n'est pas envisageable lorsqu'on cherche à simuler l'oxydation et la dégradation d'un matériau métallique. Les dynamiques temporelles de ces

phénomènes étant sans commune mesure, les temps de calcul deviendraient prohibitifs. Pour les phénomènes à faible dynamique temporelle, le développement des modèles utilisés en simulation pose un autre problème : comment valider l'approche si le temps réel de développement du phénomène est bien supérieur à la durée d'activité d'un chercheur. Là encore, si nous voulons traiter correctement les phénomènes de vieillissement au sein des applications de synthèse d'images, l'apport de la physique dans la connaissance de ces phénomènes est nécessaire et, en retour, la synthèse d'images apportera aux physiciens algorithmes et structures de données adéquats pour leurs simulations.

On peut s'interroger sur la nécessité d'une approche aussi précise pour la création d'une image de synthèse. Mais il ne faut pas oublier que le domaine principal d'utilisation des images de synthèse est la simulation. Si l'on ne respecte pas les lois physiques gouvernant le monde réel lors de la construction de notre scène, quelle crédibilité peut-on accorder à une simulation en réalité virtuelle ?

[3] La perception du monde virtuel et sa visualisation reposent sur une problématique différente de la précédente. La complexité des phénomènes mis en jeu est telle qu'il faut la réduire le plus possible. La modélisation introduite précédemment permet d'atteindre cet objectif mais peut être complétée par une approche perceptuelle de la simulation.

Ainsi, tous les phénomènes ne seront pas simulés mais seulement ceux ayant une réelle importance perceptuelle. De cette façon, on peut concentrer les efforts de

calcul sur des phénomènes précis et augmenter le rendement de l'outil de simulation. Qu'il s'agisse de la perception d'un monde virtuel par le système visuel humain ou par un capteur physique, on est amené à définir des métriques perceptuelles qui permettent de quantifier la précision de la simulation et ainsi d'en valider certaines optimisations. Dans le cas d'un capteur artificiel, cette quantification est simplifiée par la connaissance précise de ce capteur et de sa sensibilité. Dans le cas du système visuel humain, l'approche n'est plus aussi directe. En effet, aux capacités physiologiques du système visuel s'ajoutent les capacités cognitives et les héritages culturels où s'ancre notre perception du monde. Cette approche s'éloigne de la stricte analyse physique des phénomènes pour prendre en compte l'humain dans la simulation et se trouve ainsi confrontée à une multitude de questions et de problèmes non encore résolus, tous liés à la perception humaine.

Les recherches en synthèse d'images et en physique sont complémentaires. La synthèse d'images a besoin de modèles précis de la réalité pour la reproduire au mieux dans un monde virtuel. La physique a de plus en plus besoin de modèles de simulation pour mieux comprendre certains phénomènes ou développer de nouveaux procédés. Dans le monde actuel où toute expérimentation passe par la simulation, celle-ci est le lieu de convergence de la nécessaire collaboration entre la synthèse d'images et les sciences physiques, afin de participer à l'évolution des technologies et au développement durable.

**Mathias Paulin**  
**Équipe Synthèse d'images et Réalité Virtuelle**

## Virtual Storytelling 2003 ou l'art d'utiliser la réalité virtuelle pour créer des histoires

La 2<sup>e</sup> conférence internationale « Virtual Storytelling », co-organisée par la société Communication et Systèmes, le groupe de travail national « Réalité Virtuelle » du CNRS et l'IRIT, s'est tenue, les 20 et 21 Novembre 2003, à Toulouse, au Musée des Abattoirs.

L'avènement de l'ère numérique a accéléré l'évolution du conte et de la narration. Les images de synthèse, les effets spéciaux ont permis la création d'histoires toujours plus sophistiquées, l'émergence de nouveaux concepts (jeux vidéos, réalité virtuelle,...)

De ces deux jours d'échanges sur l'utilisation de la réalité virtuelle dans la création, l'animation, la restitution interactive d'univers réels ou imaginaires et l'interaction des histoires, quelle que soit leur nature (films, publicité, dessins animés, jeux, simulateurs d'entraînement et de formation,...), on retiendra tout particulièrement parmi les 16 exposés scientifiques les interventions de 3 experts internationaux invités à s'exprimer sur des sujets clé :

[1] « Construire des acteurs virtuels qui peuvent réellement jouer », par Ken Perlin, professeur au « Department of Computer Science », et directeur du « New York University Media Research Laboratory and Center for Advanced Technology ». Ses travaux concernent la synthèse d'images, l'animation, le multimédia. Il a reçu en 1997 un Oscar technique de l'Académie des Arts du Cinéma pour ses travaux en synthèse d'images et ses contributions pour le

cinéma depuis « Tron ». Son exposé a présenté sa vision de l'animation de personnages ou la simplicité ne remet pas en cause l'émotion et l'expressivité. La crédibilité prime sur le (l'hyper)réalisme. Pour illustrer ses propos, il a utilisé des personnages simplistes comme des cubes ou des prismes, mais dotés de sentiments, d'émotion ou simplement d'expressions. Pour résumer, « les vidéos familiales sont très réalistes mais souvent ennuyeuses mais Bugs Bunny ou Shrek ne sont ni réels ni réalistes mais communiquent intensément avec le spectateur ». Le spectateur (auditeur) de l'histoire doit aussi pouvoir participer à la narration, dans une situation plus proche du théâtre que du cinéma, ou du jeu vidéo que de la télévision.

[2] « Animation et architecture temps réel », par Kevin Björke, expert en image temps réel chez NVIDIA Corporation US (acteur majeur dans le domaine des cartes graphiques pour PC). Antérieurement, il a supervisé le « rendu » et l'éclairage, la prise de vue, la production d'images pour « The Animatrix », « Final Fantasy », et a contribué de la même manière auparavant à des films comme « 1001 pattes » et « Toy Story ». Les propos de Kevin Björke sont un peu en opposition avec ceux de Ken Perlin. En effet, le but de Kevin Björke était de montrer comment les capacités des dernières cartes graphiques permettent aux développeurs de mettre à la disposition des artistes de nombreux outils très performants, simples à utiliser,

combinables, pour augmenter le réalisme visuel et les capacités d'animation. Mais ces mêmes outils sont aussi utilisables pour ajouter de la crédibilité et du réalisme visuel aux personnages, accentuer les modifications, et pour les effets spéciaux.

[3] « L'art de mixer réel et virtuel », par Sally Jane Norman, théoricienne et praticienne des arts vivants, directrice de l'École Supérieure de l'Image (Angoulême - Poitiers). C'est aussi une pionnière en matière d'utilisation des nouvelles technologies dans l'art du spectacle vivant. Elle a été directrice scientifique de la conférence internationale du Louvre sur les « Nouvelles Images et la Muséologie ». Elle a créé de nombreux événements (installations ou performances) à base de technologie : Institut International de la Marionnette (Charleville-Mézières), Zentrum für Kunst und Medientechnologie (Karlsruhe), Studio for Electro-Instrumental Music (STEIM, Amsterdam), et elle a eu de nombreuses participations dans des projets ESPRIT « art et technologie ». Sally Jane Norman a donc présenté plusieurs illustrations de travaux mêlant l'utilisation conjointe d'images de synthèse et d'images réelles. Les actes de la conférence sont publiés chez Springer, Série « Lecture Notes in Computer Science », Vol. 2897.

<http://www.virtualstorytelling.com/>

Gérard Subsol  
Université de Perpignan

## à lire...

J-P. Bodeveix, T. Millan, C. Percebois, P. Bazex, L. Féraud. NEPTUNE : Method, Checking and documentation generation for UML application, NEPTUNE Consortium, 2003.

Z. Mammeri, F. Cottet (Eds). Temps réel. Numéro spécial de la revue RSTI-Technique et science informatiques, vol. 22 - n° 5/2003. Hermès, Paris, 2003.

D. Litaize, A. M'Zoughi (Eds). Architecture des ordinateurs. Numéro spécial de la revue RSTI-Technique et science informatiques, vol. 22 - n° 6/2003. Hermès, Paris, 2003.

**Seuls les ouvrages parus en 2003  
dont les chercheurs de l'IRIT sont  
auteurs ou éditeurs sont signalés ici.**

**Pour plus d'informations :**

<http://www.irit.fr/recherches>, ou

tél : 05 61 55 61 49

mél : rommens@irit.fr

P. Zaraté (Ed). DSS from Theory to Practice. Journal of Decision Systems, Special Issue, vol.12 - n° 3-4/2003. Hermès, Paris, 2003.

K. Duvignau, O. Gasquet, B. Gaume (Eds). Regards croisés sur l'analogie. Numéro spécial de la revue RSTI-Revue d'intelligence artificielle, vol. 17 - n° 5-6/2003. Hermès, Paris, 2003.

J-L. Soubie, P. Zaraté (Eds). Systèmes d'information coopératifs. Numéro spécial de la revue RSTI-Ingénierie des systèmes d'information, vol. 8 - n° 2/2003. Hermès, Paris, 2003.

# L'image numérique à l'IRIT

La recherche en Image Numérique à l'IRIT concerne l'analyse et la synthèse d'images, utilise et développe des modèles de capteurs, de sources de lumières, de surfaces et de mouvements. Les contributions les plus récentes concernent la résolution de problèmes fondamentaux (p. ex. modélisation géométrique ou appariement d'images) et le développement d'applications (interaction visuelle et 3D, imagerie médicale, travail collaboratif, réalité augmentée).

## Synthèse d'images

Pour faciliter la modélisation d'objets et d'environnements virtuels toujours plus complexes, l'équipe SIRV privilégie trois axes. Les techniques déclaratives génèrent des scènes réalistes à partir de propriétés et de contraintes. La modélisation par esquisse est un thème émergent à l'IRIT : l'utilisateur dessine les contours de la forme et le système génère l'objet 3D correspondant. Enfin, nos travaux autour de la vie artificielle permettent de générer de vastes environnements virtuels pour les paysages, l'urbanisme.

Concernant le calcul de l'image, l'effort est centré à l'IRIT sur la simulation physique correcte de phénomènes complexes, couplés, dynamiques. Ces travaux s'appuient sur la modélisation des matériaux, de la lumière et des milieux traversés : transfert radiatif, combustion, etc.

Les travaux en animation utilisent la capture pour la description des mouvements et contribuent à l'automatisation de leur édition : adaptation, affectation, mélange. Ensuite, des modèles comportementaux pour la vie artificielle sont développés afin de doter chaque entité virtuelle de capacités émergentes de décisions et d'actions. Lorsque ces actions sont basées sur des animations (déplacements ou gestuelles), elles peuvent être obtenues par capture de mouvements ou générées grâce à des modèles mécaniques.

Notre approche de la réalité virtuelle, qui tire bénéfice des travaux précédents, immerge les utilisateurs dans

## les équipes

### SIRV

Synthèse d'images et Réalité Virtuelle  
[www.irit.fr/recherches/SIRV/](http://www.irit.fr/recherches/SIRV/)

### UPCAB

Vision Par Calculateur André Bruel  
[www.irit.fr/recherches/VPCAB/](http://www.irit.fr/recherches/VPCAB/)

### TCI

Traitement et Compréhension d'Images  
[www.irit.fr/recherches/TCI/](http://www.irit.fr/recherches/TCI/)

### SAMOVA

Structuration, Analyse, MOdélisation  
de la Vidéo et de l'Audio  
[www.irit.fr/recherches/SAMOVA](http://www.irit.fr/recherches/SAMOVA)



des environnements virtuels où ils peuvent interagir entre eux et avec le monde virtuel.

Le travail collaboratif, la simulation distribuée, le prototypage virtuel, la télé-opération en sont les applications majeures. > **Équipe SIRV**

## Vision par ordinateur et analyse d'images

Les équipes de l'IRIT travaillant sur l'analyse d'images fixes ou animées et sur la vision par ordinateur ont une compétence très large allant de la conception de capteurs spécialisés (les derniers capteurs mis au point sont des caméras panoramiques stéréoscopiques renvoyant des informations 3D) jusqu'à des environnements d'aide au développement d'applications d'interprétation d'images.

Une des premières étapes utile à la conception d'une application d'imagerie est la maîtrise des conditions géométriques et photométriques de la prise de vue. Les équipes de l'IRIT ont récemment proposé des méthodes multi-vues d'auto-calibrage à base de plans (approches photogrammétriques et projectives) permettant ensuite la reconstruction 3D en stéréovision binoculaire par exemple. Par ailleurs l'étude des conditions d'acquisition en mono-vue pour la photoclino-métrie complète des travaux plus théoriques sur la résolution de l'équation eikonale.

L'appariement d'images reste ensuite le problème ouvert fondamental : de nouvelles méthodes numériques dites « robustes » sont proposées par les chercheurs de l'IRIT. Plus précisément des méthodes de « régression robuste » ou des « critères d'appariement robustes aux données aberrantes » ont été introduits tout récemment. Des travaux sur la fouille d'images complètent ces efforts et permettent d'analyser des phénomènes spatio-temporels de plus en plus complexes.

Ces avancées rejaillissent sur un grand nombre d'applications. Ainsi, en télédétection, elles ont permis de mieux pré-traiter, analyser, interpréter et stocker les images satellitaires optiques et radar.

Enfin, le traitement du mouvement et des séquences d'images est en fort développement à l'IRIT. Au-delà de travaux fondamentaux sur le suivi en temps réel de motifs plans par exemple, l'analyse des mouvements du corps humain est un domaine particulièrement privilégié, soit pour des applications (le suivi d'actions sportives, le suivi d'activité cardiaque, l'analyse qualitative des mouvements de la danse), soit pour l'étude de la communication visuo-gestuelle (la reconnaissance de geste, l'interprétation de la langue des signes).

Nos études récentes sur le traitement de vidéos ont déclenché, dans le cadre plus général de l'audiovisuel numérique, de nouvelles actions transversales. Citons ici les travaux en indexation multimédia à l'IRIT (analyse et représentation du montage, macro segmentation), l'étude de l'accès intelligent aux vidéos (par apprentissage du comportement des utilisateurs). Ces avancées s'appuient sur des travaux théoriques et pratiques autour de la segmentation spatio-temporelle, de la détection de textes et de personnages, de la représentation du mouvement.> **Équipes VPCAB, TCI, SAMOVA**

## Vers des images mixtes réelles-virtuelles...

Ces travaux en analyse et en synthèse d'images se poursuivent aujourd'hui par l'étude des processus de coopération entre vision par ordinateur, réalité virtuelle et interaction 3D. Plusieurs thèses sur les thèmes réalité augmentée, réalité mixte, interfaces tangibles et interaction virtuelle alimentent en particulier les activités du laboratoire MIDI, commun à l'IRIT et EADS ([www.irit.fr/MIDI](http://www.irit.fr/MIDI))

## Les séminaires

*Suite et fin du Cycle Optimisation*

**OPTIMISATION GLOBALE : LES MÉTHODES ISSUES DE L'ANALYSE D'INTERVALLE** par JEAN-LOUIS LAGOUANELLE (IRIT)

**LES MÉTHODES DE FILTRE EN OPTIMISATION NON LINÉAIRE** par PHILIPPE TOINT (UNIVERSITÉ DE NAMUR, BELGIQUE)

**MOINDRES CARRÉS TOTAUX ET MODÉLISATION « ERRORS-IN-VARIABLES »** par SABINE VAN HUFFEL (UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN, BELGIQUE)

**CONTRAINTES FLEXIBLES : UN COMPROMIS ENTRE MODÉLISATION PAR CONTRAINTES ET OPTIMISATION** par DIDIER DUBOIS (IRIT)

*Début du Cycle Classification*

**UN TOUR D'HORIZON SUR LA CLASSIFICATION** par JEAN-YVES TOURNERET (IRIT)

**UNE INTRODUCTION AUX MÉTHODES À VECTEURS SUPPORT ET AUTRES ALGORITHMES À NOYAUX** par MANUEL DAVY (IRCCyN, NANTES)

*et...*

**FUZZY SETS IN KNOWLEDGE DISCOVERY**

**DEPENDENCE, TEMPORALITY AND IMPRECISION IN DATA MINING** par THOMAS SUDKAMP (WRIGHT STATE UNIVERSITY, USA)

**SUR LA DÉLIBÉRATION AVEC DES INFORMATIONS INCOMPLÈTES** par YVES LESPERANCE (YORK UNIVERSITY, CANADA)

**nb événements**

*mai 2003 > décembre 2003*

## Les congrès

**SEVENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON FINITE FIELDS AND APPLICATIONS** > Toulouse, 5/9 mai 2003

**15TH AAEECC SYMPOSIUM : APPLIED ALGEBRA, ALGEBRAIC ALGORITHMS, AND ERROR CORRECTING CODES** > Toulouse, 12/16 mai 2003

**8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON RELIABLE SOFTWARE TECHNOLOGIES - ADA EUROPE 2003** > Toulouse, 16/20 juin 2003

**WCP3 - III WORLD CONGRESS ON PARAConsistency** > IRIT, 28/31 juillet 2003

**PADD'2003** > 5th International Workshop on Parallel and Distributed Databases : innovative applications and new architectures, Prague, 1/5 septembre 2003

**ACL-SIGSEM** > Workshop on Preposition Semantics in Computational Linguistics, Université des Sciences Sociales, Toulouse, 4/6 septembre 2003

**ETR2003** > École d'été Temps Réel 2003, Université des Sciences Sociales, Toulouse, 9/12 septembre 2003

**VIRTUAL STORYTELLING'03** > Musée « Les Abattoirs », Toulouse, 20/21 novembre 2003

le  
point

# Le séminaire

Dans le cadre de son séminaire, l'IRIT propose classification...

## Cycle Classification

La classification et la reconnaissance des formes sont des disciplines qui intéressent de nombreuses communautés comme la communauté statistique, celles du traitement du signal et des images et celle du traitement de la parole.

Tout problème de classification peut se décomposer en deux étapes essentielles :

**L'extraction et la sélection de paramètres pertinents** : cette étape est fortement liée à la nature des signaux étudiés. Par exemple, les paramètres appropriés à la reconnaissance de la parole ou à la classification d'images sont différents et découlent de la structure naturelle du signal de parole ou d'une image. Les techniques d'analyse de données comme l'analyse en composantes principales ou l'analyse factorielle discriminante permettent également d'obtenir des informations intéressantes pour l'extraction de paramètres.

**L'apprentissage** : la règle de classification optimale (par exemple en terme de probabilité d'erreur) issue de l'analyse statistique Bayésienne nécessite la connaissance a priori des propriétés statistiques des observations de chaque classe.

Le séminaire est ouvert à tous. Pour recevoir le de diffusion électronique.

05 61 55 65 10 / info@irit.fr /

## Les Passerelles

Espace ouvert d'échange et de partage, les passerelles de l'IRIT proposent des rencontres entre la recherche, le monde socio-économique et culturel et le grand public. Les actions de diffusion de la culture scientifique et technique y trouvent tout naturellement leur place.

Ce fut le cas de l'ensemble des conférences grand public « Recherches et handicaps : implications mutuelles » organisées du 15 novembre au 13 décembre 2003 à l'hôtel d'Assezat à Toulouse, par l'IRIT et l'Institut des Sciences du Cerveau de Toulouse, en partenariat avec la Fondation Bemberg et avec le soutien de PRESCOT.

Dans le cadre de ce cycle de conférences l'installation informatique pour dispositif sonore quadriphonique « Tentative de description d'un paysage », tableaux-sons, (création Alain Josseau, plasticien), proposée au public a été l'occasion d'insister sur le thème de la transmodalité :

- lors d'une rencontre publique, le samedi 13 décembre, au cours de laquelle l'artiste et des chercheurs ont confronté leurs interrogations,

# IRIT...

pour l'année universitaire 2003-2004 un cycle

Lorsque cette connaissance n'est pas disponible, on a recours à une phase d'apprentissage qui consiste à estimer les quantités inconnues à l'aide de données. On parle d'apprentissage supervisé lorsque la classe de ces vecteurs de données est connue, et d'apprentissage non supervisé dans le cas contraire.

Le cycle présentera différents aspects relevant de ces deux étapes indispensables à la résolution d'un problème de classification.

Conférenciers :

**Jean-Yves Tournet**, *IRIT*.

**Manuel Davy**, *IRCCYN, Nantes*.

**Xavier Descombes**, *INRIA, Nice*.

**Claude Barras**, *LIMSI, Orsay*.

**Carl Frélicot et Laurent Mascarilla**, *L3I, La Rochelle*.

**Alain Giros**, *CNES, Toulouse* et **Mihai Datcu**, *German Aerospace Center DLR*.

**Cédric Richard**, *Université Technologique de Troyes*.

**Thierry Denoeux**, *Heudiasyc, Compiègne*.

programme demander à être inscrit sur la liste

<http://www.irit.fr/MANIFS/manifs.html>

## de l'IRIT

leurs démarches et leurs expériences sur les questions que soulève le passage du visuel à l'écrit, du texte à l'oral.

- à travers l'expérience proposée à 3 classes d'enfants de CM2 au cours d'ateliers organisés par le service pédagogique de la Fondation Bemberg, en collaboration avec le service communication de l'IRIT. Après une écoute guidée des tableaux, les enfants ont été invités à fixer par des croquis, cartes, dessins, les images mentales, inspirées par cette écoute. Au travers de cette expérience inédite pour eux, ils se sont trouvés confrontés aux questions et difficultés que présente le passage d'une modalité d'information à une autre et à l'importance de ces questions dans le domaine de l'accessibilité de l'information pour les non-voyants.

Programme complet de la manifestation : [www.irit.fr/CYCLE-HANDICAP](http://www.irit.fr/CYCLE-HANDICAP).

15 janvier 2004

- **Séminaire IRIT**  
**Cycle Classification 3**  
**Xavier Descombes**, *INRIA, Nice*  
Classification d'images

28-30 janvier 2004

- **RFIA 2004, Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle**  
Centre de Congrès  
Pierre Baudis, *Toulouse*  
<http://www.laas.fr/rfia2004/>

19 février 2004

- **Séminaire IRIT**  
**Maurizio Falcone**, *Université La Sapienza, Rome*  
Résolution des équations aux dérivées partielles en analyse d'images

26 février 2004

- **Séminaire IRIT**  
**Cycle Classification 4**  
**Claude Barras**, *LIMSI, Orsay*  
Classification et reconnaissance de la parole

18 mars 2004

- **Séminaire IRIT**  
**Cycle Classification 5**  
**Carl Frélicot et Laurent Mascarilla**, *L3I, La Rochelle*  
Classification avec rejet

10-12 mars 2004

- **CORIA'2004, Conférence en Recherche d'Information et Applications IRIT**  
<http://www.irit.fr/CORIA04/>

25 mars 2004

- **Séminaire IRIT**  
**Cycle Classification 6**  
**Hatem Gorbel**, *Laboratoire d'informatique théorique, Lausanne*  
Classification des documents structurés

22 avril 2004

- **Séminaire IRIT**  
**Cycle Classification 7**  
**Alain Giros**, *CNES, Toulouse* et **Mihai Datcu**, *German Aerospace Center DLR*  
Fouille d'images et reconnaissance de la scène

6 mai 2004

- **Séminaire IRIT**  
**Cycle Classification 8**  
**Cédric Richard**, *Université Technologique de Troyes*  
Techniques à noyau reproduisant pour l'analyse de données

3 juin 2004

- **Séminaire IRIT**  
**Cycle Classification 9**  
**Thierry Denoeux**, *Heudiasyc, Compiègne*  
Classification et fonctions de croyance

11-13 juillet 2004

- **EHCI-DSVIS'04**  
**Tremsbüttel Castle, Hamburg, Germany**  
<http://www.se-hci.org/ehci-dsviso4/>

22-27 août 2004

- **IFIP 13,5 Working Conference on Human Error, Safety and Systems Development, Toulouse**  
<http://lihs.irit.fr/hessd/>

30 août - 3 septembre 2004

- **Grid and Peer-to-Peer Computing Impacts on Large Scale Heterogeneous Distributed Database Systems (GLOBE'04)**  
**Saragosse, Espagne**  
<http://www.irit.fr/globe2004/>

# Synthèse d'images et simulation : un bel exemple d'enrichissement mutuel

Comme on le voit dans le dossier de ce numéro, la possibilité de créer des images de scènes virtuelles a ouvert de nouvelles ambitions pour la simulation en laboratoire et l'étude de « maquettes numériques ».

On s'est rapidement aperçu que le volume de données numériques nécessaires pour représenter l'ensemble des paramètres géométriques, physiques et temporels d'un cas d'étude était immense. On peut affirmer que l'une des principales difficultés de la synthèse d'images est aujourd'hui de déterminer le bon niveau de représentation des données, et les algorithmes les plus adaptés, pour obtenir un résultat pertinent.

La grande généralité de cette affirmation recouvre des cas très concrets : pour la simulation des effets lumineux, il est bien sûr inutile de calculer des effets subtils qui ne seront pas perçus par l'observateur de l'image : soit parce qu'ils sont de taille infime (l'ombre portée d'un stylo), soit parce qu'ils ne sont pas perceptibles (l'ombre portée d'un personnage due à une source de lumière très ténue, dans un environnement très lumineux). Pour travailler efficacement, la perception humaine doit donc être comprise. De plus, la complexité des échanges lumineux – chaque objet reçoit et réfléchit de l'énergie – impose de développer des algorithmes hiérarchiques pour éviter un coût de calcul quadratique. Les techniques de niveau de détail sont également indispensables pour éviter un gaspillage de ressources et assurer que l'on travaille toujours sur la description des données la plus compacte possible permettant de garantir la pertinence du résultat.

On touche ici à l'un des défis majeurs de toute simulation : la maîtrise des approximations et de la marge d'erreur associée.

Je trouve remarquable que l'on assiste à un mouvement exemplaire d'enrichissement

mutuel entre disciplines scientifiques, dans la mesure où des avancées algorithmiques ont été réalisées dans un contexte de calcul d'images de synthèse, en utilisant une modélisation physique précise (et parfois une validation expérimentale) et sont aujourd'hui appliquées à de tout autres cas.

Je citerai deux exemples.

Tout d'abord les travaux sur la réflexion et le transport de la lumière : des modèles physiques complexes ont été raffinés pour les besoins de la synthèse d'images, améliorant aussi bien la compréhension physique des phénomènes que la qualité des images. Les algorithmes de calcul hiérarchiques qui en ont dérivé permettent non seulement de produire rapidement des images mais aussi de pousser les simulations physiques variées sur des données beaucoup plus riches qu'auparavant (voire incluant de nouveaux phénomènes comme la diffraction, pour les ondes sonores ou les ondes radio pour la téléphonie). Ensuite, la simulation de croissance des plantes. En utilisant les modèles extrêmement riches de l'architecture des plantes développés par des botanistes, il a été possible de mettre au point des techniques de transfert radiatif adaptées à la végétation, avec des arbres contenant des millions de feuilles (et de superbes images à la clé). En retour, la possibilité d'obtenir un état radiatif précis de chaque organe de la plante permet de modéliser le comportement physiologique de la plante, et de la faire réagir à la lumière !

Cette interdisciplinarité doit absolument être encouragée par un dialogue permanent avec les « consommateurs » (scientifiques et industriels) de résultats de simulation.

Les techniques algorithmiques mises au point pour l'image de synthèse sont inspirées par l'analyse de modèles physiques élaborés, mais permettent également de développer des simulations plus efficaces, en concentrant l'utilisation des ressources sur les effets les plus pertinents.