

Informatique et sciences numériques

M^{me} Marie-Paule CANI, informaticienne,
professeur à Grenoble-INP/Ensimag,
professeur invitée

ENSEIGNEMENT : FAÇONNER L'IMAGINAIRE. DE LA CRÉATION NUMÉRIQUE 3D
AUX MONDES VIRTUELS ANIMÉS

Contexte et objectifs

L'informatique graphique joue un rôle particulier parmi les sciences numériques : elle offre des outils permettant non seulement de créer des contenus immatériels – en l'occurrence, des objets mathématiques 3D assemblés sous forme de mondes virtuels et éventuellement animés –, mais aussi de les explorer visuellement grâce à des images ou des films de qualité photographique, de les toucher et les manipuler grâce à la réalité virtuelle, ou encore de les matérialiser sous forme de prototypes physiques via l'impression 3D. Les applications en sont multiples : les scientifiques de tous domaines utilisent la modélisation 3D pour exprimer leurs hypothèses ou étudier leurs résultats de calcul de manière visuelle ; les ingénieurs s'en servent pour la conception numérique d'objets, d'assemblages ou de mécanismes, ainsi que pour simuler leur utilisation dans un but de formation ; et enfin, la création 3D est le support indispensable au loisir numérique, des jeux aux films d'animation et aux effets spéciaux.

Alors que la puissance de calcul des ordinateurs rend possible le stockage et le traitement de masses de données 3D (des millions d'éléments), la création de ces contenus devient un véritable enjeu scientifique. Les approches existantes montrent en effet leurs limites. La méthode classique consiste à faire créer chaque élément par des artistes infographistes, dans des logiciels 3D spécialisés. Cette approche rend impossible le passage à l'échelle que demandent les applications d'aujourd'hui. La génération grâce à des programmes automatiques ne permet qu'un contrôle indirect et limité du résultat. Enfin, la capture et la reconstruction – suivies éventuellement de modifications – d'objets du monde réel, difficiles à étendre à un monde virtuel animé, bride la créativité et représente un véritable frein à l'innovation.

La série de cours que j'ai dispensée, intitulée « Façonner l'imaginaire : de la création numérique 3D aux mondes virtuels animés », a été conçue pour rendre compte de l'émergence récente, en informatique graphique, d'une nouvelle

génération de modèles et d'outils de haut niveau dédiés à la création 3D. Ils reposent sur une approche « centrée utilisateur » permettant d'ébaucher des contenus en quelques gestes, puis de les améliorer et de les raffiner progressivement, tout en s'abstrayant de la complexité sous-jacente, des contraintes mathématiques difficiles à imposer manuellement et des tâches répétitives. La réactivité des modèles et le retour visuel associé font de l'outil numérique un véritable support à l'imagination et à la création humaine.

Ce cours constituant la première présentation du domaine de l'informatique graphique au Collège de France, j'ai cherché à le rendre très largement accessible, tout en détaillant une vision permettant d'alimenter la réflexion des scientifiques – y compris de notre domaine – venus y assister. Le côté visuel de notre discipline m'y a grandement aidé. Ainsi, le cycle de cours ne présupposait pas de connaissances antérieures en informatique graphique, et chacun d'eux était conçu pour permettre une compréhension « à deux niveaux » selon les connaissances mathématiques et algorithmiques de l'auditeur. Les séminaires suivant chaque cours ont été volontairement choisis pour apporter des compléments d'information ou un éclairage différent sur le même problème, permettant à l'auditoire d'aller plus loin dans sa compréhension des défis et des approches utilisées pour les résoudre. Les contenus de chacune de ces séances – cours et séminaire associé – sont détaillés ci-dessous. Cet enseignement a également été repris et dispensé sous des formes plus brèves lors de conférences données à l'extérieur. Il s'est terminé au mois de juin par un colloque international d'une journée, dispensé en anglais. Ce dernier a permis aux meilleurs spécialistes mondiaux du domaine de partager leur vision avec le public et de montrer leurs avancées récentes les plus spectaculaires sur la modélisation 3D expressive.

Notons que j'ai abordé cette année au Collège de France en parallèle de mes tâches d'enseignant-chercheur à Grenoble-INP/Ensimag et de responsable d'équipe de recherche au laboratoire Jean Kuntzmann et à l'Inria.

Je suis convaincue de l'importance de l'enseignement de l'informatique, et ce à tous les niveaux, certains concepts de cette science pouvant être introduits dès l'école primaire. Ma discipline de l'informatique graphique, qui permet de présenter des algorithmiques sophistiqués de manière très visuelle, peut avoir son rôle à jouer pour rendre l'enseignement de l'algorithmique et de la programmation plus ludiques et créatifs. Elle constitue également un excellent vecteur pour attirer plus de jeunes vers notre secteur. Aussi, je suis très attachée à mon cours « Graphique 3D » dispensé à l'Ensimag et au master international MOSIG, et suivi chaque année par plus de quatre-vingt étudiants.

De plus, loin de ralentir mes travaux de recherche, l'obligation de prise de recul et de synthèse liée à la préparation de mon cours au Collège de France est venue nourrir ma réflexion scientifique. Le thème du cours était en effet très proche du grand projet « Expressive » (*ERC advanced grant*) sur lequel je travaille actuellement. La liste de nos publications de l'année, illustrant mon travail d'encadrement de doctorants et nos collaborations avec de nombreux collègues français ou étrangers, est donnée à la fin de ce document.

Enfin, ma nomination m'a donné l'occasion d'être la première femme à occuper la chaire « Informatique et sciences numériques », dans une discipline dont les femmes, et en particulier les jeunes filles, sont particulièrement absentes. Cette année au Collège de France ne m'a pas seulement permis de faire mieux connaître les enjeux et des avancées scientifiques de mon domaine de recherche, mais aussi

de montrer que les femmes peuvent s'épanouir pleinement dans la discipline informatique, et de me positionner sur ce thème lors de différentes interviews et conférences données à l'extérieur.

La suite de ce document détaille le contenu de mon enseignement, du colloque qui l'a suivi, ainsi que ses différentes retombées médiatiques, des interventions médiatiques aux conférences et contributions scientifiques de l'année.

Leçon inaugurale^a

Cette leçon a été conçue pour donner, en une heure de temps, un aperçu de l'importance que prend la création graphique 3D dans de nombreux domaines (arts et humanités, sciences, technologie), de son potentiel pour révolutionner les tâches d'imagination, de conception et d'expression, ainsi qu'une idée précise de la nature des recherches effectuées en informatique graphique pour avancer dans cette voie. Plusieurs exemples de défis et de solutions associées y ont été décrits, de la création d'objets 3D isolés (sculptures volumiques, vêtements), à celle de mondes virtuels aux myriades d'éléments interagissant et souvent animés (végétation, chevelures, terrains accidentés avec cascades). J'ai montré comment certaines solutions parviennent à marier harmonieusement modélisation mathématique, algorithmique temps-réel et représentations graphiques en « trompe l'œil », et permettent à l'utilisateur de contrôler sa création tout en s'abstrayant de la complexité sous-jacente. Je détaille ci-dessous certains éléments de cette méthodologie :

Les recherches récentes en informatique graphique s'attachent à développer des méthodes de création 3D mariant simplicité et rapidité d'utilisation avec des garanties de qualité visuelle et de contrôle des résultats. L'objectif est que l'utilisateur puisse littéralement « façonner » les formes et les mouvements qu'il imagine tout en s'appuyant sur l'outil numérique pour compléter automatiquement les détails et pour maintenir les contraintes qu'il souhaite en matière de réalisme. J'ai identifié trois principes méthodologiques pour avancer vers ces objectifs :

- tout d'abord, proposer une création par gestes. Ces derniers peuvent être des gestes de dessin pour ébaucher une nouvelle forme, des gestes de sculpture ou de modelage pour l'améliorer, lui ajouter des détails, ou encore des gestes de mime pour indiquer un mouvement. À ces métaphores d'interaction inspirées du monde réel sont ajoutées certaines actions simples qui ont déjà révolutionné les environnements numériques comme le fait de copier-coller pour reproduire et transférer certains éléments ;

- deuxièmement, revisiter les modèles graphiques de manière à ce qu'ils réagissent comme l'attendrait un utilisateur humain, sous ces gestes d'interaction. Pour cela, il s'agit d'intégrer des connaissances adéquates dans les modèles, leur permettant de répondre à la sémantique qu'un utilisateur humain associe, presque involontairement, à ses actions ;

a. La leçon inaugurale est publiée sous forme imprimée (Collège de France / Fayard, 2015) et numérique (Collège de France, <http://books.openedition.org/cdf/156>, à paraître) sous le titre *Façonner l'imaginaire. De la création numérique 3D aux mondes virtuels animés*. Elle est également disponible en audio et vidéo sur le site internet du Collège de France : <http://www.college-de-france.fr/site/marie-paule-cani/inaugural-lecture-2015-02-12-18h00.htm> [NdÉ].

– enfin, développer différentes méthodologies de passage à l'échelle, pour permettre à l'utilisateur d'orchestrer la création d'un monde virtuel complexe, constitué de hiérarchies d'éléments éventuellement animés sans avoir à les manipuler un à un.

Cette leçon inaugurale a été diffusée dans sept campus numériques de l'Agence universitaire de la francophonie (AUF), diffusion complétée par des séances de questions-réponses où je suis intervenue par visio-conférence : Bujumbura (Burundi), Yaoundé (Cameroun), Lomé (Togo), Antananarivo (Madagascar), Hanoï (Vietnam), Ho Chi Minh (Vietnam), Danang (Vietnam). J'ai été également invitée à la redonner en France et à l'étranger.

Cours et séminaires associés^b

Le cours était constitué de huit séances, chacune complétée par un séminaire donné par un spécialiste français du thème et destiné à approfondir ce dernier, à lui donner un autre éclairage ou à mettre l'accent sur une famille spécifique de solutions. Au fil du cours, l'importance des connaissances incorporées dans les modèles utilisés (géométriques, mécaniques ou procéduraux) a été soulignée, ainsi que l'alchimie créée par le couplage de ces modèles avec des métaphores d'interaction inspirées du monde réel, comme le dessin ou la sculpture.

Les quatre premières séances ont porté sur l'émergence d'une nouvelle génération de représentations géométriques et d'outils dédiés à la création intuitive de formes statiques 3D. Nous avons abordé en particulier les surfaces implicites, la sculpture virtuelle, la modélisation par croquis, ainsi que la réutilisation et le transfert de modèles.

La seconde partie du cours a été dédiée à la création des mondes virtuels animés. J'ai expliqué comment créer les éléments d'un paysage, comment animer efficacement les phénomènes naturels, comment peupler ces mondes virtuels d'humains ou de créatures virtuelles, et montré des premiers résultats permettant d'étendre au mouvement les métaphores de création intuitive comme le dessin et la sculpture.

Cet enseignement a été suivi en direct, selon les séances, par une assistance de cinquante à plus de cent personnes, constituée d'amateurs de tous âges, de scientifiques d'autres disciplines, d'étudiants venus valider – pour certains – un module de leur formation doctorale, de professionnels du 3D ou d'autres domaines (cinéma, architecture, etc.), ainsi que de collègues d'informatique graphique de passage à Paris. Les supports de toutes les présentations – cours et séminaires – ont été rassemblés et mis à disposition sur internet, pour accompagner les vidéos de chaque séance.

Cours 1 : Modélisation géométrique constructive : choix d'une représentation

L'objectif de cette séance était de donner à l'auditoire les bases nécessaires en modélisation géométrique, pour pouvoir introduire les surfaces implicites constructives et montrer leur intérêt par rapport aux représentations plus classiques.

b. Cours et séminaires sont disponibles en audio et vidéo sur le site internet du Collège de France (<http://www.college-de-france.fr/site/marie-paule-cani/course-2014-2015.htm> et <http://www.college-de-france.fr/site/marie-paule-cani/seminar-2014-2015.htm>) [NdÉ].

En particulier, les bénéfices d'une modélisation constructive fonctionnant par ajouts successifs de parties ou des détails ont été montrés. J'ai également mis en évidence l'apport des représentations de haut niveau par bord ou volumiques (surfaces paramétriques ou implicites) par rapport aux représentations discrètes (maillages, voxels). La fin du cours a mis l'accent sur plusieurs contributions récentes aux surfaces implicites intégrales (invariance aux changements d'échelle, prévention des mélanges indésirables) qui permettent d'en faire un modèle de choix pour la modélisation constructive.

Ce cours a été complété par un séminaire de Loïc Barthe (IRIT, Université Toulouse III – Paul Sabatier) intitulé : « Combiner les objets 3D par composition de fonctions ». Ce dernier a donné des détails indispensables sur la modélisation implicite et ses applications, en insistant sur les opérateurs de combinaison des surfaces implicites et sur leurs applications, de la création de formes isolées à l'animation de la peau d'un personnage.

Cours 2 : Sculpture virtuelle : des modèles d'argile aux déformations de l'espace

Le média numérique permet de sculpter ou modeler des formes directement en 3D, en s'affranchissant de contraintes comme la pesanteur ou le séchage des matériaux, et en offrant de nouvelles opérations (copier-coller, changements d'échelle, défaire/refaire, etc.). Ce cours a détaillé les différentes représentations pour la sculpture virtuelle et les métaphores d'interaction associées, développées depuis plus de quinze ans. Des premières représentations implicites, permettant uniquement l'ajout et la suppression de matière, on est passés à des modèles d'inspiration physique, permettant de modeler librement une argile virtuelle. Le problème de l'interaction avec cette matière s'est alors posé de manière accrue, conduisant au développement d'interfaces pour le modelage à main nues, comme le hand-navigator. En pratique, des approches géométriques comme les déformations de l'espace à volume constant, contrôlées par gestes, se sont avérées plus simples d'utilisation.

Ce cours a été complété par un séminaire de Sylvain Lefebvre (Inria Nancy) intitulé « Équilibrage et supports de géométries pour l'impression des modèles 3D ». Ce dernier a montré les avancées récentes pour aider les utilisateurs à construire automatiquement des formes fabricables, et en particulier imprimables sur imprimante 3D. Par exemple, l'une des méthodes présentées permet l'ajout automatique de supports aux modèles, de manière à ce que les éléments en surplomb puissent se solidifier sans être déformés.

Cours 3 : Modélisation 3D à partir de dessins 2D

Le dessin est une activité souvent plus accessible pour l'ébauche de formes et leur communication rapide que la sculpture ou le modelage. Ce cours explique comment une métaphore de dessin 2D peut être mise en place pour la création de formes tridimensionnelles, soit en offrant une création constructive par peinture successive de parties ou de détails selon des points de vue adaptés, soit via l'interprétation d'une ou deux vues plus complexes d'un objet. Les représentations associées à ces différentes métaphores ont été détaillées, ainsi que leurs applications qui vont de la modélisation de formes volumiques inconnues à la modélisation

d'objets spécifiques comme des animaux ou des vêtements. Ce second cas demande l'injection dans le modèle de connaissances spécialisées.

Ce cours a été complété par un séminaire d'Adrien Bousseau (Inria Sophia Antipolis), intitulé « Interprétation de croquis pour le design ». Ce dernier s'est concentré sur l'exploitation des croquis de designers, typiquement des dessins en perspective utilisant des lignes spécifiques de section ou de courbure pour donner une meilleure idée de la forme. Des méthodes ont été présentées pour inférer les normales aux surfaces permettant de les ombrer automatiquement, ainsi que pour reconstruire un premier modèle 3D à partir de ces croquis.

Cours 4 : Réutilisation et transfert des modèles 3D

Quel que soit son mode de création, construire un nouveau modèle géométrique est une tâche difficile et chronophage. Aussi, différentes approches ont été développées pour pouvoir réutiliser les modèles dans un contexte différent, en automatisant dans la mesure du possible les modifications nécessaires. Ce cours a présenté une série d'avancées récentes dans cette voie, permettant par exemple de modéliser des formes structurées (par exemple un château) comme s'il s'agissait d'argile, d'hybrider deux objets, de transférer des vêtements d'un personnage à un autre en adaptant automatiquement leurs patrons, ou même de transférer l'anatomie interne d'une créature, avec adaptation à la morphologie cible.

En complément, Tamy Boubekeur (Télécom ParisTech) a présenté un séminaire intitulé « Traitement, analyse et édition de formes 3D numérisées ». Ce dernier s'est concentré sur l'analyse des modèles 3D existants, correspondant par exemple à des objets réels scannés puis décrits par un maillage. Cette analyse permet de convertir l'objet en une représentation plus facilement modifiable et facile à combiner avec d'autres, grâce à la détection des similarités ou à la mise en place de structures centrées dans la forme.

Cours 5 : Création intuitive des éléments d'un paysage

Les techniques de création intuitive étudiées jusqu'alors (dessin, sculpture, transfert) concernaient des objets isolés : comment les étendre à la création d'un monde virtuel dont les éléments sont en trop grand nombre pour être manipulés un à un, et pour lesquels un certain nombre de lois, biologiques, géologiques ou statistiques par exemple, doivent être maintenues ? Ce cours a présenté et illustré plusieurs méthodologies de passage à l'échelle, comme la combinaison de dessins et de modélisation procédurale pour la création de nuages, la conception progressive à différentes résolutions pour la création d'arbres, le dessin de silhouettes pour sculpter des montagnes, ainsi que l'utilisation d'une métaphore de peinture pour instancier rapidement et les éléments d'un monde virtuel.

Ce cours a été complété par un séminaire d'Éric Galin (LIRIS, Université Lumière Lyon 2), intitulé « Génération procédurale de mondes virtuels ». Ce dernier a détaillé les représentations, les lois et les algorithmes à utiliser pour générer des terrains complexes par composition de fonctions, ainsi que des réseaux hydrauliques et des routes en cohérence avec le terrain sous-jacent.

Cours 6 : Animation efficace de phénomènes naturels : des détails qui s'adaptent

Un monde virtuel a besoin d'être animé : il s'agit en particulier de savoir simuler les phénomènes naturels de manière efficace, et tout en laissant à l'utilisateur un certain contrôle du résultat. Ce cours a présenté une méthodologie spécifique, mise en place depuis plus de quinze ans dans mon équipe, pour aborder cette question. Il s'agit de décomposer le phénomène en une série de sous-phénomènes indépendants, couplés pendant l'animation, et chacun représenté de la manière et à l'échelle la mieux adaptée. J'ai illustré cette méthodologie par une première série d'exemples qui ont constitué des premières en leur temps (coulée de lave, prairie agitée par le vent, océan virtuel temps-réel) ainsi que par un travail plus récent sur le couplage de couches physiques et géométriques pour simuler en temps-réel le froissement d'une feuille de papier.

En complément, François Faure (LJK, Université Joseph-Fourier – Grenoble) a présenté un séminaire intitulé « Simulation physique pour les mondes virtuels », détaillant les moyens pour mettre en place des simulations non-conventionnelles temps-réel, dont les résultats rivalisent avec les simulations classiques par éléments finis. Le problème de la détection et du traitement efficace des collisions a également été abordé.

Cours 7 : Humains et créatures virtuelles : animation par habillages successifs

Les humains et les créatures virtuelles jouent un rôle crucial pour beaucoup d'applications. Leur animation demande une adaptation spécifique de la méthodologie de couplage de sous-modèles décrite dans le cours précédent. Cette séance a présenté, à partir de l'animation cinématique, physique ou capturée du squelette d'un personnage, les méthodes permettant de déformer leur chair et leur peau, d'animer efficacement leurs vêtements, et de simuler efficacement le mouvement de leurs chevelures. J'ai mis l'accent sur les connaissances mécaniques et géométriques à combiner au sein des différents modèles pour obtenir le meilleur compromis entre réalisme visuel, efficacité et contrôle.

Ce cours a été complété par un séminaire de Julien Pettré (Inria Rennes), intitulé : « Simuler les foules et peupler les mondes virtuels », qui a traité du problème en amont de la génération des trajectoires des personnages dans les mondes virtuels. Un accent particulier a été mis sur le contrôle d'une foule de personnages en interaction.

Cours 8 : Vers une animation expressive – marier réalisme et contrôle ?

Une dernière question à se poser, en conclusion de ce cycle d'enseignement, est : « Comment généraliser les méthodes de modélisation intuitive (comme celles s'appuyant sur des métaphores de dessin ou de sculpture) au cas de la création d'animations ? » Ce cours a présenté quelques avancées récentes dans cette voie, d'abord en ce qui concerne la création de mouvements simples – périodiques comme pour certains modèles de foule, ou stationnaires comme dans le cas de cascades – puis plus complexes comme les mouvements libres des personnages. Une solution pour marier réalisme et contrôle a été présentée dans le cas du design de scènes de cascades, où les contraintes de cohérence sont garanties et les détails gérés automatiquement, tout en offrant un bon niveau de contrôle. Des techniques

inspirées des croquis d'animation, comme la ligne d'action ou la courbe espace-temps offrent des solutions attractives dans le cas des personnages. Les défis restant à résoudre ont été identifiés en conclusion.

Ce cours a été complété par un séminaire de Florence Bertails-Descoubes (Inria Grenoble), intitulé : « Modélisation numérique de fibres en contact : application à la synthèse de chevelures réalistes ». Ce dernier s'est concentré sur la mise en place de modèles d'animation réalistes pour de grands ensembles de fibres inextensibles en interaction, et sur la conception de méthodes inverses permettant à l'utilisateur de contrôler leur forme au repos tout en maintenant le réalisme de l'ensemble.

Modélisation 3D expressive (colloque international^c)

Mon cycle d'enseignement s'est terminé par un colloque international qui a eu lieu le 8 juin 2015, et où sont intervenus sept invités, parmi les meilleurs spécialistes mondiaux du domaine de la « modélisation 3D expressive », et travaillant soit dans le milieu académique, soit dans l'industrie : John Hughes (Brown University), Ariel Shamir, (IDC Herzliya), Marc Alexa (T.U. Berlin), Karan Singh (University of Toronto), Joaquim Jorge (University of Lisboa), Nobuyuki Umetani (Autodesk Research) et Bernhard Thomaszewski (Disney Research).

Ce colloque, donné en anglais, a présenté une excellente synthèse du nouveau média numérique que les recherches récentes en informatique graphique contribuent à développer. Ce nouveau média « expressif », destiné à devenir aussi facile à utiliser qu'un papier et un crayon, permettra aux scientifiques et professionnels comme au public de créer et de raffiner progressivement des objets ou des mondes 3D, statiques ou animés. Les exposés ont couvert les nouveaux modèles, les outils logiciels et les méthodes d'interaction multimodales développés ces dernières années pour la création fluide de contenus. Plusieurs de ces systèmes reposent sur une excellente identification préalable des tâches facilement réalisables par l'homme vis-à-vis de celles plus adaptées à une machine. De nouvelles avancées vers le prototypage numérique d'objets mécaniques fonctionnels destinés à être fabriqués ont été présentées. J'ai terminé la journée en discutant des perspectives d'extension de cette méthodologie à la création d'animations, un contenu qu'il est difficile de dessiner et encore moins de sculpter dans le monde réel, mais auquel le média numérique nous donne enfin accès.

DIFFUSION ET MÉDIAS

Articles dans les médias et interviews

Une de « Binaire », blog « L'informatique : la science au cœur du numérique », *Le Monde* <http://binaire.blog.lemonde.fr/2015/02/12/faconner-limaginaire/> (10 février 2015).

Interview pour DICAN (*Digital Creation Critical Analysis*), février 2015, <http://diccan.com/Blog/Cani.html>.

c. Le colloque est disponible en audio et vidéo sur le site internet du Collège de France : <http://www.college-de-france.fr/site/marie-paule-cani/symposium-2014-2015.htm> [NdÉ].

Interview en direct sur RFI, émission *Autours de la question* de Caroline Lachowsky, « La 3D au Collège de France », le 5 mars 2015.

Interview pour *l'Atelier numérique*, chaîne radio BFM Business, rubrique « portrait d'innovateur », le 5 mars 2015.

Une du site de France culture, 12 mai 2015, « La révolution 3D de l'informatique graphique » avec l'encart Les femmes et l'informatique : « J'ai assisté à la naissance d'un stéréotype ! », <http://www.franceculture.fr/2015-04-11-la-revolution-3d-de-l-informatique-graphique>.

Conférences à l'extérieur

J'ai été invitée à donner quatre types de conférence à l'extérieur du collège, en France ou à l'étranger, suite à mon cycle d'enseignement. Certaines de ces conférences ont déjà eu lieu, d'autres seront données dans le courant de l'année académique 2015-2016.

Conférences tout public, s'appuyant sur ma leçon inaugurale

Séances de question-réponse par visio-conférence pour sept campus numériques de *l'Agence universitaire de la francophonie* (AUF), en février et juin 2015.

Conférence à Grenoble le 17 mars 2015, organisée par l'Ensimag, Grenoble-INP et Inria.

Participation au cycle *Collège de France en Tunisie*, Tunis, le 4 novembre 2015.

Participation au *Forum régional de Normandie*, Rouen, le 28 avril 2016.

Conférences scientifique spécialisées sur le thème de mon cours

ENS Lyon le 7 avril 2015.

Cycle *Jeudis de l'Imaginaire*, chaire MODIM, Télécom Paris-Tech, le 9 avril 2015.

Inria Sophia Antipolis le 4 septembre 2015.

Key-note talk à *ACM WomenEncourage*, Upssala (Suède), le 26 septembre 2015.

Laboratoire ICube, université de Strasbourg, le 16 octobre 2015.

ENS Paris, le 28 octobre 2015.

Cycle *Collège de France en Tunisie*, Tunis, le 5 novembre 2015.

Key-note talk à la conférence *Eurographics'2016*, Lisbonne (Portugal) en mai 2016.

Laboratoire MIPS, Mulhouse, septembre 2016.

Conférence sur le thème « femmes et informatique »

Inria Grenoble, à destination des professeurs de lycée et de classes préparatoires, le 20 mai 2015.

Conférences présentant ma carrière et ma vision

Journées des doctorants de l'école EATS, Grenoble, le 23 avril 2015.

Imagination Week de l'ESSEC, Paris, le 5 janvier 2016.

Publications 2014-2015

GUAY M., RONFARD R., GLEICHER M. et CANI M.-P., « Space-time sketching of character animation », *ACM Transactions on Graphics*, vol. 34, n° 4, 2015, 118, DOI : 10.1145/2766893 [version 1 : <https://hal.inria.fr/hal-01153763>].

EMILIEN A., VIMONT U., CANI M.-P., POULIN P. et BENES B., « WorldBrush: Interactive Example-based Synthesis of Procedural Virtual Worlds », *ACM Transactions on Graphics*, vol. 34, n° 4, 2015, 106, DOI : 10.1145/2766975 [Version 1 : <https://hal.inria.fr/hal-01147913>].

GUAY M., RONFARD R., GLEICHER M. et CANI M.-P., « Adding Dynamics to Sketch-based Character Animations », dans *SBIM 2015. Proceedings of the Workshop on Sketch-Based Interfaces and Modeling*, Aire-la-Ville, The Eurographics Association, 2015 [version 1 : <https://hal.inria.fr/hal-01154847>], 2734, DOI : 10.2312/exp.20151176.

JUNG A., HAHMANN S., ROHMER D., BEGAULT A., BOISSIEUX L. et CANI M.-P., « Sketching Folds: Developable Surfaces from Non-Planar Silhouettes », *ACM Transactions on Graphics*, vol. 34, n° 5, 2015, 155, DOI : 10.1145/2749458 [version 1 : <https://hal.inria.fr/hal-01152904>].

ROHMER D., HAHMANN S. et CANI M.-P., « Real-time continuous self-replicating details for shape deformation », *Computers & Graphics-UK*, vol. 51, 2015, 67-73, DOI : 10.1016/j.cag.2015.05.011 [version 1 : <https://hal.inria.fr/hal-01152928>].

LIU H., VIMONT U., WAND M., CANI M.-P., HAHMANN S., ROHMER D. et MITRA N.J., « Replaceable Substructures for Efficient Part-Based Modeling », *Computer Graphics Forum*, vol. 34, n° 2, 2015, 503-513, DOI : 10.1111/cgf.12579 [version 2 : <https://hal.inria.fr/hal-01134783>].

MICHEL E., EMILIEN A. et CANI M.-P., « Generation of Folded Terrains from Simple Vector Maps », *Eurographics 2015 short paper proceedings*, Zurich, 2015, 4 [version 1 <https://hal.inria.fr/hal-01147920/document>].

VAILLANT R., GUENNEBAUD G., BARTHE L., WYVILL B. et CANI M.-P., « Robust Iso-Surface Tracking for Interactive Character Skinning », *ACM Transactions on Graphics*, vol. 33, n° 6, 2014, 189, DOI : 10.1145/2661229.2661264 [version 2 : <https://hal.inria.fr/hal-01091820>].

ENTEM E., BARTHE L., CANI M.-P., CORDIER F. et VAN DE PANNE M., « Modeling 3D animals from a side-view sketch », *Computers & Graphics-UK*, vol. 46, 2015, 221-230, DOI : 10.1016/j.cag.2014.09.037 [version 1 : <https://hal.inria.fr/hal-01073059>].

ZANNI C., GLEICHER M. et CANI M.-P., « N-ary implicit blends with topology control », *Computers & Graphics-UK*, vol. 46, 2015, 1-13, DOI : 10.1016/j.cag.2014.09.012 [version 1 : <https://hal.inria.fr/hal-01073088>].