



La visualisation collaborative : un des grands défis de la science actuelle

*Collaborative Visualization :
a grand challenge in modern science*

Jeudi 7 novembre 2013

Coordination scientifique :

- **Martial Mancip** (CNRS, Maison de la Simulation)
- **Thiên-Hiệp Lê** (ONERA)
- **Thierry Goldmann** (CNRS-IDRIS)
- **Philippe d'Anfray** (Aristote, CEA)

Centre Neurospin, amphithéâtre J. Talairach, CEA Saclay .

<http://www.association-aristote.fr>
info@association-aristote.fr

Edition du 17 nivôse an CCXXII (vulg. 6 janvier 2014) ©2013-2014 Aristote

ARISTOTE Association Loi de 1901. Siège social : CEA-DSI CEN Saclay
Bât. 474 91191 Gif-sur-Yvette Cedex.
Secrétariat : Aristote, École Polytechnique, 91128 Palaiseau Cedex.
Tél. : +33(0)1 69 33 99 66 Fax : +33(0)1 69 33 99 67
Courriel : Marie.Tetard@polytechnique.edu
Site internet <http://www.association-aristote.fr>



Table des matières

1	Programme de la journée	1
1.1	Introduction	1
1.2	Programme, 7 novembre 2013, <i>Agenda</i>	3
1.3	Exposition et mur d'image, <i>Exhibition and visualization wall demo</i>	4
2	Compte-rendu de la journée	7
3	Résumés des présentations	21
3.1	Pierre Hénon (Ensad)	21
3.2	Vincent Puig (IRI) et Samuel Huron (IRI, Inria-Aviz)	21
3.3	Patrick Bourdot (LIMSI)	22
3.4	Stéphane Masfrand (PSA Peugeot-Citroën)	22
3.5	Patrick Wohlschlegel (Allinea)	22
3.6	Tom-Michael Thamm, François Courteille (NVIDIA)	23
3.7	P.E. Weiss, S. Deck, G. Cressent (ONERA)	23
3.8	Florian De Vuyst (ENS Cachan)	24
3.9	Benjamin Leclaire (ONERA)	24
3.10	Marc Baaden (IBPC)	25
3.11	Jean Favre (CSCS)	25
3.12	Bruno Thooris (CEA)	25
3.13	Participants à la table ronde	26
4	Partenaires	29



M. Mancip (MdS), D. Ros (Maire d'Orsay), Ph. d'Anfray (CEA, Aristote), M. Tétard (Aristote) et B. Rouault (CEA, Aristote)

Chapitre 1

Programme de la journée

1.1 Introduction

Aujourd'hui, la visualisation n'est plus une simple étape de post-traitement et de valorisation des résultats d'un calcul. De fait, visualisation et calcul sont devenus intimement liés dans l'activité de modélisation.

Les grands volumes de données (téra-octets) produits par les calculateurs haute-performance nécessitent des gros volumes de pixels (dizaine de méga-pixels). Toutes ces données ne pourront plus être simplement dépouillées par la suite.

La visualisation "en temps réel" offre aux utilisateurs la possibilité d'interagir, de piloter le calcul, de venir fouiller quelques espaces de valeurs pour les paramètres qui guident la simulation. Les dispositifs de visualisation offrent aussi des possibilités nouvelles de travail collaboratif où les chercheurs peuvent échanger autour d'un mur d'image sur les résultats du calcul. Les nouvelles formes de visualisation (rendus temps réel, affichage de variétés, les particules, les textures), peuvent accélérer la mise en évidence de phénomènes encore mal appréhendés et permettre un retour sur la mise en équation ou la discrétisation du système modélisé. Enfin la visualisation reste l'outil incontournable pour explorer un espace de paramètres lorsque la solution recherchée est difficile à qualifier mathématiquement.

Toutes ces possibilités nouvelles facilitent les interactions entre acteurs de différentes disciplines (physiciens, numériciens, informaticiens, graphistes, ...), stimulent l'innovation, la créativité et ouvrent la voie à de nouvelles façons de « faire la science ».

Nowadays, visualization and computation have become closely interrelated in large simulation codes. The large amounts of data (tera bytes) produced by supercomputers cannot be simply postprocessed; to exploit the results high definition graphic devices must also be able to display a very large amount of pixels (tens of mega).

Real time visualization offers new opportunities to the user. He can interact and control the simulation, tune some runtime parameters, ... But large display devices also offer new opportunities for collaborative work: researchers can comment, locally or remotely, around a scientific visualization wall and decide to drive the simulation accordingly.

New trends in visualization –real time rendering, particles, textures, 3D, ...– can highlight poorly understood phenomena and allow some feedback on the mathematical modeling or discretization of the initial problem. Scientific visualization facilities are an essential tool to explore some parameter space when the desired solution is difficult to describe mathematically

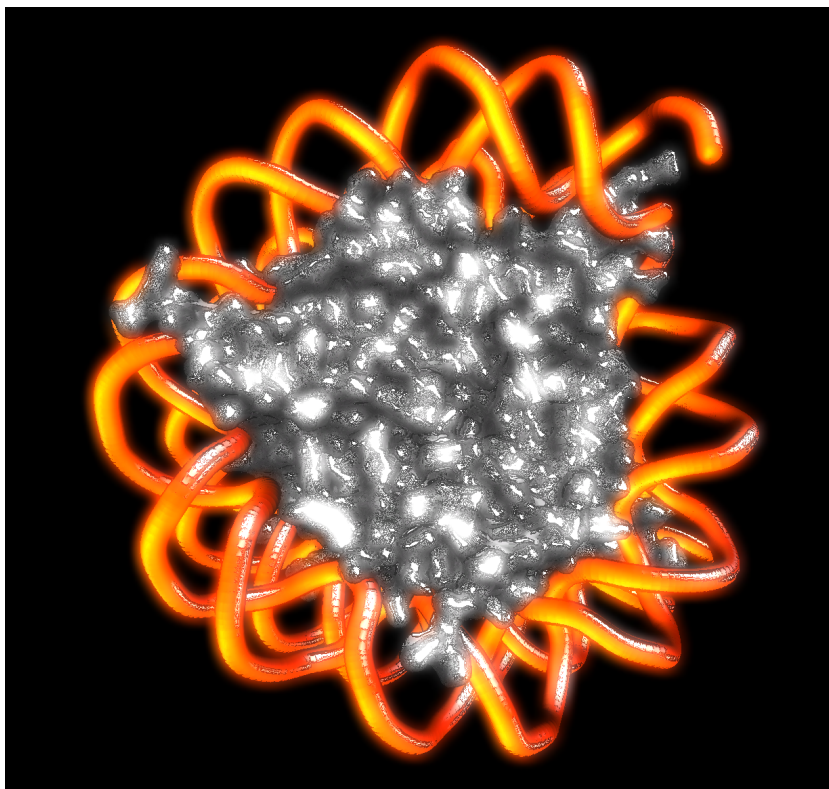
Collaborative visualization facilitate scientific inquiry, outreach and interactions between actors from different disciplines (physics, numerical analysis computer science, data analysis, ...) while stimulating innovation, creativity and new ways of doing science.

 best presentation award

Lors du cocktail final, la meilleure présentation se verra remettre un prix offert par HP. Le Jury est composé de Philippe d'Anfray, Thierry Goldmam, Laurent Grandguillot, Thiên-Hiêp Lê et Martial Mancip. Le prix : une tablette HP Slate 21 all-in-one.



***Le best presentation award a été attribué à Marc Baaden (IBPC) pour sa présentation
Le calcul intensif rendu intuitif – visualisation interactive de biomolécules.***



1.2 Programme, 7 novembre 2013, Agenda

08:45–09:20	Accueil café	
09:20–09:30	Ouverture Philippe d’Anfray "Aristote" Thiên-Hiệp Lê "Onera" Martial Mancip "Maison de la Simulation"	
09:30–11:00	Session 1, <i>Chair</i> : <i>Philippe d’Anfray (CEA)</i> Pierre Hénou (Ensad) Vincent Puig (IRI) et Samuel Huron (IRI, Inria-Aviz) Patrick Bourdot (LIMSI).....	Histoire de l’image de synthèse 3D pour la simulation La visualisation comme vecteur de contribution Interactions immersives multi-sensorimotrices : les apports et potentiels de la Réalité Virtuelle et Augmentée
11:00–11:30	Pause café	
11:30–12:30	Session 1, <i>cont.</i> Stéphane Masfrand (PSA Peugeot-Citroën) Patrick Wohlschlegel (Allinea)..	La réalité virtuelle dans le Groupe PSA Peugeot-Citroën : applications actuelles et perspectives d’évolution Allinea DDT et VisIt : <i>debugger</i> des applications parallèles de hautes performances avec un outil de visualisation
12:30–14:00	Déjeuner (buffet)	
14:00–16:00	Session 2, <i>Chair</i> : <i>Thiên-Hiệp Lê (ONERA)</i> Tom-Michael Thamm et François Courteille (NVIDIA) Pierre-Elie Weiss (ONERA) Florian De Vuyst (ENS Cachan) .. Benjamin Leclaire (ONERA)	NVIDIA index Leveraging GPU-compute Clusters for User-defined Generation of Large-scale Data for Immediate Interactive and Collaborative Visualization Big Data Visualization Challenge : Application to Aerodynamics Interaction/visualisation temps réel en CFD : vers de nouveaux usages et modes de travail ? Visualisation et vision pour la mesure d’écoulements : un apport fondamental
16:00–16:30	Pause	
16:30–18:00	Session 3, <i>Chair</i> : <i>Thierry Goldmann (IDRIS)</i> Marc Baaden (IBPC) Jean Favre (CSCS) Bruno Thooris (CEA)	Le calcul intensif rendu intuitif – visualisation interactive de biomolécules Un <i>cluster</i> de visualisation, ou bien un supercalculateur ? Visualiser pour comprendre et communiquer : l’astro-physique en 3D
18:00–18:30	Table ronde , <i>Modérateur</i> : <i>Martial Mancip (MdS)</i> <i>avec</i> Pascal Frey (UPMC), Patrick Gillieron (RDMFA), Pierre Hénou (Ensad) <i>et</i> Olivier Rouchon (Cines)	
18h30–19h30	Cocktail final et Remise du HP best presentation award	

1.3 Exposition et mur d'image, *Exhibition and visualization wall demo*

Platinum sponsor



Partenaire technologique



Silver sponsor



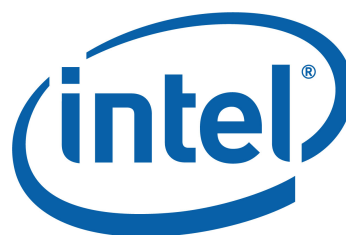
NVIDIA®

Partenaire technologique



Partenaire technologique

allinea



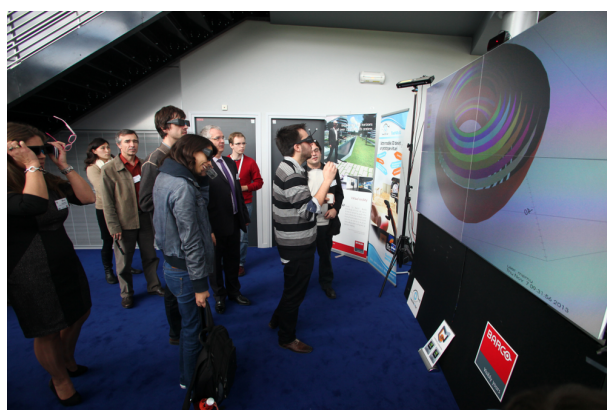
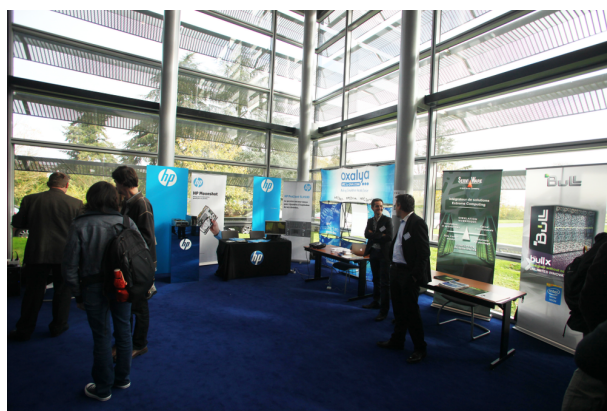
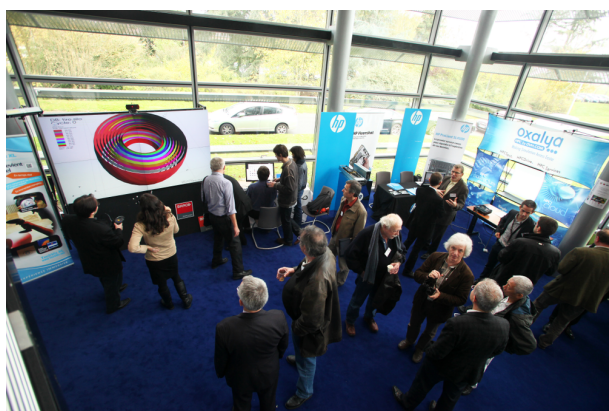
TotaLinux

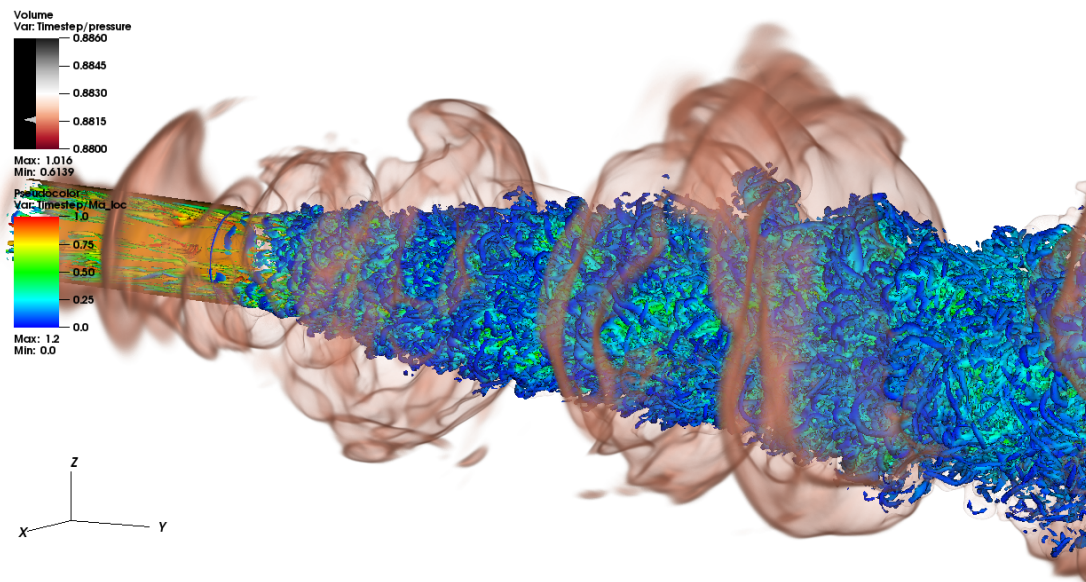


oxalya
HPC by OVH.COM

Partenaire technologique

Partenaire Technologique





Chapitre 2

Compte-rendu de la journée

Ce compte-rendu a été réalisé par Fabien Nicolas de l'agence Umaps, « Communication de la recherche et de l'innovation », <http://www.umaps.fr>.

La visualisation collaborative : un des grands défis de la science actuelle

La simulation a une longue histoire pour Aristote, qui s'y intéressait déjà à l'époque du VRML. Deux ans se sont à présent écoulés depuis la création de la Maison de la Simulation sous forme d'unité de recherche CNRS. Elle continue le travail dans ce domaine en se concentrant notamment sur la recherche pluridisciplinaire et les formations aux HPC. À terme, elle espère favoriser la création en France d'une communauté de recherche pour la simulation, de recherche par la simulation. Mais pour commencer ce séminaire, c'est dans le passé qu'il faut s'immerger.

Pierre Hénon (Ensad)

Histoire de l'image de synthèse 3D pour la simulation



« Les images aident à formaliser... même les êtres mathématiques. » pouvait-on lire en 1986 dans *Éloge de la simulation*, sous la plume de Philippe Quéau. Depuis, des objets visuels ont effectivement re-popularisé des concepts, à l'instar de la fameuse « Julia » de Mandelbrot, porte-parole des fractales.

Pierre Hénon raconte comment, même avant l'ère de l'informatique, l'image vient au secours des penseurs. Les attracteurs étranges de Lorentz ont ainsi d'abord été calculés un par un, et reportés de la machine à calculer vers le papier, point à point, pour former une image. La communauté était alors dubitative face à ces travaux nu-

mériques, dans un monde où la théorie régnait en maître.

En 1963, Edward Zajac utilise le tout premier film de synthèse, en simple « fil de fer », pour illustrer ses travaux sur l'orientation des paraboles satellitaires. Dès les années 80, la puissance nécessaire aux premières images de synthèse est recherchée. Laurent Carpenter faisait ainsi travailler la nuit les ordinateurs de Boeing. L'aviation fut un des premiers secteurs à se doter de puissantes machines de simulation

et elle resta motrice durant cette décennie-là. Les premières simulations de vol étaient nocturnes, pour permettre des graphismes plus simples, en simple fil de fer lumineux.

Par la suite, le progrès constant poussa à nommer les machines successives d'après le nombre de facettes, de « polygones », qu'elles pouvaient tracer. Le spatial prit la relève, suivi de l'industrie automobile. Des sociétés apparurent, comme Sogitech, mais aussi des entreprises comme Renault.

Dès la première voiture Renault chargée d'électronique, en 1983, les simulations commencent. Elles sont vite adoptées, car elles permettent de réaliser des économies. Les voitures sont représentées en images de synthèse, mais les êtres humains et plantes dépassent les capacités de l'époque et n'apparaissent pas dans les vidéos. Celles-ci prennent alors involontairement des allures post-apocalyptiques peu engageantes. Le manque de décors impacte aussi la notion d'échelle : certaines voitures citadines avaient sur ces images des airs de 4x4. Il faut dire que les capacités de calculs de l'époque font aujourd'hui sourire : il est arrivé qu'une publicité vante n'avoir besoin « que » d'une minute quinze pour placer en perspective une image dans un décor...

Dans le domaine de l'architecture, l'image 3d vise d'une part à reconstruire des bâtiments perdus, de l'autre à en construire de nouveaux. Pour donner de la vie aux images très austères des premiers temps, les architectes les alternaient avec des plans filmés réels... Il y a ainsi eu des montages pour la ville de 3 millions d'habitants de Le Corbusier, ou encore pour son projet sur le marais parisien.

L'éclairage est, dans ce cas précis et dans d'autres, une composante importante. Pour gérer cette lumière, les années 80 voient l'arrivée de la technique du lancer de rayons. Elle rend possible la réalisation de reflets et d'objets déformants en verre. En 1982 arrive Tron. La technique de lancé de rayon du film est dérivée de simulations nucléaires : c'est un modèle de gestion des radiations qui a été adapté pour des radiations électromagnétiques, c'est à dire de la lumière !

Les temps de calcul à cette époque atteignent souvent un mois entier. Mais aujourd'hui encore, chez un spécialiste comme Pixar chaque image peut prendre jusqu'à trois heures de calcul. Et la stéréoscopie nécessite deux images à la fois au rythme de 24 par seconde.

Dans le médical au contraire, la visualisation est reine... et fort gourmande. Pixar, qui a commencé comme vendeur de machines de calcul, avait pour principaux clients des centres médicaux.

Mais la représentation n'est pas seulement esthétique, elle est intimement mêlée à la simulation. Toujours dans les années 80, un labo de Montpellier nommé CIRAD analyse la morphologie des plantes. Les végétaux simulés qu'ils font croître et vieillir à l'écran feront forte impression. Les sujets de simulations se succèdent : incendies (prévision et propagation), simulation des fluides (en particules pour du goutte à goutte, ou en surface pour la mer, en 1983). Pour les chimistes aussi l'image est fondamentale, car elle permet de concevoir les nouvelles molécules. La géométrie de celles-ci est au premier abord imperceptible, il faut la matérialiser. L'image virtuelle prolonge à ce sujet les fameux modèles plastiques en boules, que même les plus grands chimistes affectionnaient.

Tous ces films apparaissaient pour l'époque comme complètement magiques. Bien que notre époque ait vu la technique et la simulation exploser en possibilités, sur le plan de la créativité les tout premiers films de synthèses sont des perles. Pierre Hénon encense notamment les tous premiers Pixar, trop méconnus à son goût.

Vincent Puig (IRI) et Samuel Huron (IRI, Inria-Aviz)

La visualisation comme vecteur de contribution

Vincent Puig se rappelle qu'en 92, il utilisait encore des machines Sogitech. L'IRI s'intéresse aux produits des outils de simulation, à leurs conséquences dans la société et dans le monde du travail. Comment un géographe change-t-il sa façon de faire de la géographie une fois qu'il dispose de cartes simulées ? Samuel Huron, thésard et seconde voix de cette conférence, ajoute qu'une visualisation est

ce qui se fait sans modèle : ce que l'on visualise n'existait pas auparavant. C'est différent du cas d'une représentation, par exemple du corps humain ou d'une voiture.



Les nouvelles technologies de la visualisation permettent d'autres formes de créativité. La figure de l'amateur, prise dans son sens très noble, en est le moteur. Mais l'efficacité de ces travaux repose sur les nouvelles technologies de la contribution, qui permettent de nouvelles formes éditoriales. Le *New York Times* a ainsi demandé à ses lecteurs dans quelle mesure la mort de Ben Laden était significative et positive, et a synthétisé les réponses dans un graphique. L'axe vertical représentait la positivité de l'événement, l'axe horizontal son caractère significatif : la figure obtenue permet d'évaluer d'un coup d'œil la répartition de l'opinion publique.

Autre exemple de nouvelles technologies éditoriales, celles répondant aux problèmes des vidéos. Dans la plupart des clips sur internet, seules les premières secondes sont regardées ; la fin est d'autant moins vue que la vidéo est longue, selon le principe de la longue traîne. Ce n'est pas un problème d'intérêt ou de contenu : simplement la navigation dans une vidéo est difficile. Même lorsque le curseur peut être déplacé manuellement (ce qui n'est pas malheureusement toujours le cas), comment savoir à quel instant se placer ? Il faut essayer plusieurs passages et chercher les instants fugaces qui nous intéressent. Cela est bien plus long que, par exemple, de lire en diagonale.

L'IRI a donc souhaité développer l'annotation par le public, qui est une vraie solution d'aide à la navigation. Il s'agit de « taguer » un flux, vidéo ou série de *tweets*, pour en gérer le contenu en détectant les points d'intérêt et leurs connotations. Une telle analyse est très coûteuse en temps de calcul, il fallait trouver une autre méthode pour traiter du temps réel.

La solution créée par l'IRI repose sur une syntaxe pour les *tweets*, qu'ils demandent aux gens de respecter. Ce protocole permet à un lecteur vidéo dédié de retransmettre à chacun, au fur et à mesure, l'événement sous une forme organisée. Durant la conférence, les utilisateurs ajoutent les tags adaptés, qui apparaissent sur le lecteur et permettent d'aller directement à l'instant d'intérêt. La question restait de savoir si le système était assez engageant et si les gens taguaient effectivement. Durant les essais au cours de conférences réelles, 40% des *tweets* ont utilisé la syntaxe de l'IRI. L'effet a également été celui attendu : au lieu de rester au début de la vidéo, les auditeurs allaient voir les moments les plus *twittés*.

L'envie est alors venue de déployer le système dans des classes et des séminaires. Mais il restait des améliorations importantes à faire. D'une part le système demandait à l'auditeur de se concentrer sur Twitter, le détournant de l'événement lui-même. Les tags étaient en plus fixes, donc peu adaptés à un événement réel, par nature imprévisible. Enfin, le passage à l'échelle restait incertain pour de gros événements. Une innovation majeure était encore nécessaire.

Les recherches de l'IRI ont abouti à la technique de la « Visual Sedimentation ». Les données doivent être gérées en *streaming*, contextualisées et reformatées pour une audience non experte, car la lecture d'une syntaxe complexe est un véritable obstacle. La « Visual Sedimentation » est basée sur une métaphore de neige qui s'accumule : les *tokens* de données s'accumulent de bas en haut, de taille égale. Le temps passant, les premiers *tokens* sont ensevelis sous les nouveaux et cette pression les agrège entre eux. Le niveau de détail est ainsi élevé pour les événements récents, tandis que la synthèse augmente pour les événements anciens. Cette méthode dynamique accepte de nouvelles catégories en temps réel et elle peut être représentée de nombreuses façons. Elle est disponible sous forme d'une bibliothèque libre fonctionnant dans le navigateur.

Vincent Puig revient également sur les traces que l'on laisse sur internet. Il est connu qu'elles valent de l'or pour les moteurs de recherches et les commerciaux en général. Mais comment les modéliser pour en extraire l'information pertinente ? Les utilisateurs aussi doivent pouvoir avoir accès à ces données,

sans quoi ils n'auront jamais aucun contrôle sur leur vie privée. La « Visual Sedimentation » a été ainsi utilisée par *Allociné* sur les commentaires sur les films, ce qui incite les spectateurs à s'investir. La visualisation redonne accès aux données statistiques.

Pour aller plus loin, comment visualiser une activité pédagogique ? Comment implémenter ces techniques sur des catégories éducatives ? Début novembre, *Médiapart* a fait un grand débat en direct sur le Front National avec l'outil de l'IRI. Plus de deux mille *tweets* ont été postés.

Patrick Bourdot (LIMSI)

Interactions immersives multi-sensorimotrices : les apports et potentiels de la Réalité Virtuelle et Augmentée



Tout autre aspect de la visualisation ; comment compléter, voire se dispenser totalement de l'image ? Patrick Bourdot fait partie du corps de recherche VENISE, qui a construit le système multi-canaux EVE.

EVE est un environnement immersif : une salle entourée de vitres et d'écrans rétroprojetés. Ce type de salle est de plus en plus répandu et généralement nommé « Cave ». Elles permettent à l'utilisateur de pénétrer de tous côtés dans la visualisation, avec une très grande fidélité. L'interface y est alors vitale : elle doit être à la hauteur des ambitions.

EVE dispose de *Scale 1*, un dispositif de retour haptique. Il permet un contrôle en trois dimensions et oppose une résistance en cas de collision virtuelle avec un obstacle de la scène. Il rend possible une véritable exploration de l'environnement virtuel. Autre type d'interface, le HCNav, alias le « Head Controlled Navigation » ; c'est à dire un contrôle par la tête. Il donne le contrôle simultanément sur les différents degrés de liberté en tournant et en déplaçant la tête.

Ces différents systèmes immergent l'intervenant dans l'univers virtuel, améliorant ainsi ses performances et réduisant la *cybersickness*. Pour EVE, des essais étaient réalisés avec un contrôle à distance d'un chariot élévateur. Les trajectoires et erreurs des sujets ont été étudiées et la solution à base de retour haptique permet désormais de très bon comportements des manipulateurs, proches des comportements réels. D'autres modes de retours sont possibles. Patrick Bourdot montre ainsi une représentation sonore d'un écoulement de fluide, où un changement de tonalité met ainsi en évidence les instabilités de l'écoulement, qui seraient peu visibles à l'image. En combinaison avec un retour haptique, ce retour auditif peut par exemple servir à la recherche de sites d'amarrage entre deux molécules.

La multimodalité est un multimédia intelligent. Elle répond à l'utilisateur via différentes modalités sensorielles, différents canaux qui rendent possibles des tâches complexes comme la sculpture virtuelle et la création d'objets complexes en CAO. Pour l'instant, seule une cascade de menus et de fenêtres permet d'accomplir ces tâches, il y a peu d'interaction directe. Toutes ces interfaces lentes et peu intuitives peuvent être remplacées par la combinaison d'un pointeur et d'une commande vocale. Une collaboration en temps réel est également possible, à condition de savoir fusionner plusieurs commandes simultanées.

Des problèmes perceptifs peuvent certes apparaître. La stéréoscopie, par exemple, ne se perçoit bien que depuis un point particulier d'une salle. D'autre part, des utilisateurs immergés peuvent entrer en collision dans le monde réel s'ils se concentrent trop sur leur écran. S'ensuit le problème de double perception : lorsque le vrai sujet est vu en même temps que son avatar à l'écran, interagit-on avec l'un ou l'autre ? L'équipe VENISE travaille à évaluer et étudier l'impact de ces problèmes. Leurs solutions seront lourdes de conséquences et de possibilités pour le télétravail et la télémanipulation. Pour en savoir plus, Patrick Bourdot renvoie ses auditeurs au très proche salon du JVCR.

Stéphane Masfrand (PSA Peugeot-Citroën)

La réalité virtuelle dans le Groupe PSA Peugeot-Citroën : applications actuelles et perspectives d'évolution



Pour Stéphane Masfrand, la réalité virtuelle est certes un produit de l'informatique, mais cela n'enlève rien à son caractère interactif, immersif, que ce soit par le biais du son, de l'image ou du retour haptique. Casques audio et vidéo se combinent très bien à des bras haptiques pour permettre une activité sensorimotrice et cognitive, entièrement plongée dans un univers artificiel.

Stéphane Masfrand travaille au centre de réalité virtuelle de PSA Peugeot-Citroën. PSA y conçoit des produits pour sa gamme, mais aussi leurs processus de fabrication. Comment, concrètement, va-t-on peindre cette forme de carrosserie ? La pulvérisation de peinture ne

va-t-elle pas rester bloquée par tel rebord ? L'intérieur du véhicule fait aussi l'objet d'un travail important. Pour des voitures comme la C3 Picasso, des centaines de planches de bord sont évaluées en réalité virtuelle, avec une immersion complète dans la vue interne de l'habitacle. À l'extérieur, le montage se teste à l'aide d'un bras haptique, qui permet de penser par exemple l'insertion du moteur dans le capot. Les pièces prévues s'emboîtent, mais l'opérateur peut-il vraiment les mettre en place ?

Tout comme au LIMSI, PSA utilise un grand CAVE. Ils souhaitent d'ailleurs l'agrandir pour permettre un pas en avant, comme sur les chaînes de montage. L'amélioration du produit est le but premier mais, transversalement, l'outil améliore aussi la collaboration entre sites distants.

Aujourd'hui, le défi pour PSA est de calculer des images physico-réalistes en hautes résolutions et en temps réel. Des images photo-réalistes sont déjà utilisées, typiquement pour aider à la prise de décisions, travailler sur le jeu et l'affleurement entre pièces. Mais leur résolution doit être augmentée, car il y a beaucoup à gagner en termes de lisibilité des affichages, entre autre pour le tableau de bord. Bien sûr, augmenter la résolution nous jette dans l'explosion du nombre de pixels, et donc de la quantité de calculs. Dans la représentation, l'échelle 1 : 1 permet de se faire une idée des tailles tandis que le temps réel importe pour garantir la sensation de présence et pour éviter des sensations de malaises. Seul un délai maximum de 100 ms est toléré, ce qui laisse peu de temps pour les traitements et représente un vrai défi. « Une image vaut mille mots » disait Confucius. Mais la visualisation a besoin, elle, de 60 images par seconde. Cette vitesse est aujourd'hui atteinte, mais pas avec des images de haute qualité.

Patrick Wohlschlegel (Allinea)

Allinea DDT et VisIt : *debugger* des applications parallèles de hautes performances avec un outil de visualisation

Comment utiliser des visualisations dans des phases de développement informatique ? De nos jours, l'amélioration des machines passe désormais par l'augmentation du nombre de cœurs et non plus par la puissance du cœur. Mais cela ne se fait pas sans difficultés pour le développeur : le matériel est varié, il y a concurrence entre les *threads* et, en plus, il faut gérer les changements d'échelle.

Allinea DDT est un environnement d'aide au développement. Il se veut *scalable* et aisé d'utilisation. Il permet d'alterner *debugging* et *profiling*. Encore aujourd'hui, le *debugging* consiste trop souvent à insérer des lignes de codes à des endroits clefs du programme, pour ausculter son état à un instant donné de l'exécution.



Non seulement cela ne donne pas une vue d'ensemble des processus en cours, mais surtout cela oblige à recompiler à chaque fois. Allinea DDT, au contraire, lance le code et récupère les erreurs au fur et à mesure. Il peut même les forcer, dans le cas d'erreurs aléatoires (par exemple dus à des accès mémoires). Il permet de suivre les résultats erronés.

L'autre problème est quand le programme ne *crashe* pas... mais que les résultats scientifiques sont erronés. Il y a alors un problème dans l'algorithme, mais où ? Analyser les résultats ou l'état de l'application est efficace,

mais oblige à arrêter le code pour ensuite le redémarrer. Des outils comme VisIt permettent de visualiser en temps réel les données de l'application. Allinea coopère avec VisIt, pour le rendre plus facile à utiliser.

La visualisation est aussi une nouvelle façon de *debugger*.

Tom-Michael Thamm, François Courteille (NVIDIA)

NVIDIA indeX Leveraging GPU-compute Clusters for User-defined Generation of Large-scale Data for Immediate Interactive and Collaborative Visualization

Aujourd'hui, le but est à la fois de simuler et de visualiser. Un défi parmi d'autres : creuser un puits *off-shore* coûte aujourd'hui environ cent millions de dollars : où creuser ? De telles sommes laissent peu de rôles au hasard et pourtant, malgré la puissance des machines, l'homme joue un rôle essentiel, de par sa capacité d'interprétation et de synthèse.



Première étape, la collecte des données *via* des ondes permet de connaître la surface de l'écorce terrestre. Ce sont des monceaux de données, dont il faut ensuite déduire la structure et composition des couches plus profondes de la terre. Les machines demanderaient une décennie pour avoir une chance de broyer cette masse d'informations ; seul l'être humain peut s'en charger rapidement.

Pour cela, les personnes chargées d'interpréter ces très gros volumes de données ont besoin de les visualiser de façon interactive depuis leur simple ordinateur de bureau. Même si l'on est passé du papier à l'informatique en dix

ans, le poste de travail est toujours le facteur limitant.

Initialement, NVIDIA fournissait non seulement le *hardware*, mais aussi les logiciels aux pétroliers. Suite aux demandes, c'est tout un environnement de travail qui a été développé. Il se nomme NVIDIA IndeX. NVIDIA IndeX permet de rentrer dans le *cloud* de données : il utilise des GPU distribués sur des serveurs. Pour les animations, l'industrie exige au minimum 10 images par secondes, sans quoi la vidéo est considérée comme inutilisable. Ce n'est pas une vitesse atteinte facilement, étant donnée la lourdeur des traitements considérés. NVIDIA IndeX atteint environ 13 images par secondes, et génère une vue volumétrique du terrain, colorée et manipulable.

NVIDIA IndeX travaille avec les données sismiques brutes, évitant ainsi les artefacts d'agrégations et de compression. Ces données sont décomposées en cubes, alors chargés en parallèle depuis plusieurs disques. Huit nœuds suffisent pour les rendus de 160 Go, et il est ensuite possible d'augmenter le nombre de nœuds, car la solution passe bien à l'échelle.

NVIDIA Index a été développé pour les recherches par ondes sismiques, mais il est en train d'être étendu à la modélisation de fluides, pour des réservoirs de carburant. Le calcul en parallèle de NVIDIA IndeX permet aussi de traiter ce problème, et il peut s'appliquer de façon générale à des attributs de surfaces, comme des courbures. Enfin, le travail collaboratif avec IndeX donne à chacun à voir une partie du volume différente, sous un angle différent. Les collaborateurs peuvent ainsi se synchroniser ou travailler en parallèle.

Pour conclure, François Courteille rappelle que même si ces outils sont une aide vitale, seule l'expérience permet aux êtres humains de comprendre ce qu'ils ont sous les yeux. Avec le départ en retraite de nombreux personnels pétroliers, ce savoir-faire est en grand péril.

P.E. Weiss, S. Deck, G. Cressent (ONERA)

Big Data Visualization Challenge : Application to Aerodynamics



Contrairement à l'expression courante, les avions ne sont pas secoués par des turbulences. Ce sont des rouleaux d'airs qu'ils rencontrent. Les turbulences, c'est plutôt ce que simule Pierre-Elie Weiss, à l'ONERA avec la méthode ZDES.

Les simulations numériques révèlent aujourd'hui des phénomènes très fins, comme le détail des perturbations autour d'un décroché entre deux plans. Pourtant, des situations géométriques réelles et complexes sont encore hors d'atteintes de nos machines, comme celle de la fusée Ariane 5. Ces cas requièrent alors d'être « saucissonnées », c'est à dire découpées en blocs.

Avec les augmentations des tailles de calculs, la visualisation de ces masses de données prend toujours plus de temps. Or ces calculs sont relégués à la fin des études, dans le temps restant après les « vraies » opérations... Le domaine en prend du retard et parfois la masse de résultats est tout bonnement au-delà de ce que l'on sait gérer, par exemple s'il ne tiennent pas en mémoire.

Premier goulot d'étranglement : comment visualiser et manipuler des milliards de points de grille ? La machine de l'ONERA n'a pourtant pas à rougir devant qui que ce soit, avec par exemple 1 To de RAM. Les champs instantanés, manipulables, peuvent y atteindre 10 à 100 Go. Mais rien que 10 Go de données est déjà un bloc très difficile à manipuler ; le copier ou le traiter prend trop de temps.

Pierre-Elie Weiss montre des écoulements temps autour de profils d'ailes d'avion. Il y a encore deux ans, il n'y avait pas vraiment de parallélisme et il fallait sous-échantillonner ses visualisations pour pouvoir les afficher. Les données étaient du coup calculées en haute résolution... mais visualisées en basse résolution. Les performances de manipulation dépendent du logiciel et de sa *scalabilité*, mais aussi de la complexité des isosurfaces à traiter et de la topologie de la grille. En résumé, on a encore besoin d'avoir accès à des configurations où les temps de latence sont réduits.

L'ONERA a l'habitude d'utiliser des logiciels de visualisation commerciaux, prêts à l'emploi. Mais ceux-ci ne sont malheureusement pas toujours complètement parallélisés. Il arrive que l'une des opérations de calcul ne le soit pas et s'accumule sur un seul processeur. Toutes les autres tâches, réparties sur 32 ou 64 cœurs, n'ont plus qu'à attendre... Ce n'est pas acceptable. Les logiciels innovants, au contraire, sont vraiment parallélisés, mais c'est une autre paire de manches.

Deuxième goulot donc : visualiser de larges espaces dans une échelle de temps étendue. Ainsi, alors que les souffleries expérimentales mesurent des temps caractéristiques de la dizaine de secondes, la CFD atteint rarement une seconde... Avec son niveau de détail est plus élevé, la simulation permet de tout comprendre, mais certains phénomènes sont simplement trop longs pour elle. Et le stockage nécessaire

explose avec la durée de la simulation : sur une configuration à 30 millions de points comme pour Ariane 5, il faut 8 terabytes de stockage ! Et une fois que les données sont créées, il faut pouvoir les charger en mémoire, ce qui peut prendre autant de temps que le calcul lui-même.

L'ultime paradoxe est qu'en fin de traitement, le but est en général de synthétiser toute l'animation, des centaines de *frames* et des milliards de calculs, en une seule image fixe, qui résume les structures observées. Une seule image qui demande donc un mois de traitement. Mais si les *clusters* de calculs sont aujourd'hui énormes, avec près d'un millier de cœurs, ceux dédiés à la visualisation ne dépassent pas encore la centaine...

Florian De Vuyst (ENS Cachan)

Interaction/visualisation temps réel en CFD : vers de nouveaux usages et modes de travail ?



Florian de Vuyst est un habitué de la résolution des équations aux dérivées partielles. La révolution actuelle est l'incroyable possibilité de passer d'un essai sur *laptop* à un programme profitant d'un téraflops. Florian de Vuyst montre qu'en 2d avec son ordinateur portable, il peut faire du Navier-Stokes et des calculs de fluide incompressible, en temps réel. Il lui suffit de se placer à basse résolution. Quand il dispose de son *cloud*, il a la possibilité de passer en haute résolution.

Une telle *scalabilité* rend possible l'ingénierie directe, *via* de la CAO et des simulations directes. Au lieu de mobiliser tout le réseau pour tester un algorithme, les

essais sont faits sur de petites machines.

Un exemple parmi d'autres : pour construire des ventilations plus écologiques, un calcul des modifications optimales est nécessaire. Où ajouter une seconde prise d'air ? Une simulation précise demande de la puissance et une recherche sérieuse peut demander 200 de ces simulations. La manipulation directe résout le problème. Même si le modèle est simplifié et pas tout à fait exact, il suffit pour tâtonner et se faire une idée de la physique du phénomène. Il suffit alors d'une poignée de simulations exactes pour se décider.

Autre exemple : pour la chirurgie, la déformation d'un tissu biologique serait trop compliqué (il y aurait 7 dimensions de travail pour des milliers de mailles !), mais cette fois encore, la simplification permet de le gérer les choses en temps réel.

Un autre problème d'ingénierie non standard et qui requiert de l'humain est celui des LNG « Navires de transport de gaz naturel liquéfié ». Le mouvement des vagues du liquide interne peuvent-elles endommager les parois ou l'isolation thermique ? Le problème implique une grande masse de liquide, soumis à une force de houle complexe et s'appliquant sur une très grande surface... Expérimentalement, il est possible de constater que l'impact est plus important quand la poche d'air disparaît vite. Si une grande poche d'air persiste, elle joue le rôle d'*airbag* et amortit les chocs. Mais le numérique permet de mieux comprendre, pour trouver quelle forme de coque minimise les impacts. Les impacts puissants sont difficilement prédictibles en réalité, mais une simulation donne le pouvoir de mémoriser la configuration de l'eau avant impact et de la rejouer à volonté, simplement en changeant la forme de la coque, pour être certain que des progrès ont été réalisés.

Les étudiants aussi doivent accrocher à ce qui leur est enseigné, et cela est tout de même beaucoup plus aisé lorsqu'il est possible de le visualiser. Apprendre des méthodes requérant des calculs parallèles sur une petite machine, ce n'est plus contradictoire si l'on y dispose d'une visualisation à la volée. Florian de Vuyst organise aussi des compétitions entre élèves pour trouver les meilleures configurations

des systèmes étudiés. Et il devient possible de leur faire découvrir des méthodes qui ne marchent pas ! Jusqu'à maintenant, ces erreurs ne sont découvertes qu'en début de thèse, en bloc et bien trop tard...

François Courteille ajoute que NVIDIA aura, en 2020, la puissance pour faire tout cela en 3d temps réel, par exemple pour les voitures de PAS Peugeot-Citroën déjà évoquées.

Pour Florian de Vuyst, la visualisation interactive permet de s'approprier un système en l'évaluant de multiples fois. Elle raccourcit la phase de conception, simplifiant la recherche, le partage et l'exploitation des éléments d'intérêts. Elle place l'homme dans la chaîne de valeur. Et pour les besoins de formation, elle illustre des concepts par la preuve.

Benjamin Leclaire (ONERA)

Visualisation et vision pour la mesure d'écoulements : un apport fondamental



La météo est une des applications de visualisation les plus connues. Mais bien avant cela, Léonard de Vinci avait compris l'intérêt de ces images : il dessinait les mouvements de l'eau et, par simple observation, a pensé correctement des principes d'écoulement qui ne seront formalisés que des siècles plus tard.

Aujourd'hui, des vidéos d'écoulements sont réalisées exactement pour comprendre le même phénomène. Dans les années 80, mesurer un écoulement impliquait des sondes ponctuelles à trous. Cela n'extrayait que peu d'informations, et seulement en un point. Les années 90 ont vu l'arrivée de la technique d'interférence par laser,

qui donne certes la vitesse des particules, mais au prix d'un passage par des franges d'interférences. L'évolution nous mène alors à la méthode moderne de PIV (Particule Image Velocimetry), où il devient enfin possible de mesurer deux dimensions de position et deux dimensions de vitesse. Cette technique 2D2C consiste à éclairer un plan avec un laser, tandis qu'un capteur CCD prend des photos successives, très rapprochées dans le temps. Il est du coup possible d'en déduire le mouvement, *via* des algorithmes accessibles. En 2005 ces calculs prenaient 5h30, aujourd'hui cela ne prend plus que 15 minutes.

La suite, logiquement, se nomme 3D3C. Le principe est le même, mais il va falloir plusieurs caméras et autant de plans d'illuminations. Il faut alors faire de la reconstruction tomographique, comme en imagerie médicale. En ce moment même, une recherche intensive est menée pour passer ce lourd calcul en parallèle. Les résultats prennent là aussi 1 To, obligeant à bien choisir ses paramètres sous peine de crouler sous des monceaux de données aléatoires.

Pour comprendre des écoulements turbulents, la visualisation reste la méthode reine.

Marc Baaden (IBPC)

Le calcul intensif rendu intuitif — visualisation interactive

Le grand physicien Richard Feynman a dit « Si l'on arrivait à remonter aux mouvements des atomes, on arriverait à comprendre la vie. » Cela est tout à fait en accord avec ce que font, à l'Institut de Biologie Physico-Chimique, Marc Baaden et ses collègues.

Ils s'efforcent de déchiffrer des systèmes qui opèrent dans le cerveau ou pour le virus de la grippe, observant la vie en action. Les simulations de dynamique moléculaire permettent d'observer au plus près le mouvement des composants élémentaires de la vie, en temps réel et — plus important encore — avec une possibilité d'interaction directe.

La difficulté de la mesure de la dynamique moléculaire réside dans le bruit très intense qui entache les données. Pour aider à estimer ce bruitage, Marc Baaden le compare à celui de la « neige » télévisuelle, dans lequel aucune structure n'est visible. Le bruit biochimique, quand à lui, est encore plus intense et difficile à gérer.



Plusieurs traitements sont nécessaires pour nettoyer et isoler les différentes agitations, pour dégager les grandes structures et leur mouvement globaux. Il faut tout d'abord isoler l'agitation thermique des atomes, qui vibrent au bout de leurs liaisons covalentes. Puis il faut reconnaître les mouvements locaux, de rotations par exemple. C'est seulement alors cela qu'il devient possible de reconnaître le mouvement d'une molécule dans son ensemble.

Il est ainsi possible d'étudier la surface des virus. Savoir comment se réorganisent les protéines à leur surface donne par exemple d'importantes clés pour leur compréhension.

Autre domaine d'application : la compréhension de l'effet des anesthésiques. Bien que mise à profit depuis 150 ans, l'action de ceux-ci est toujours assez mystérieuse. Cela empêche d'en découvrir de nouveaux, susceptibles d'entraîner moins d'effets secondaires. C'est ce genre de produits qui, il y a quelques années, ont causé la mort de Michael Jackson.

Autre avantage de la simulation : elle permet d'observer des événements rares. Les rapprochements entre molécules, qui donnent leur effet aux anesthésiques, ne se produisent qu'une poignée de fois sur cent. Cela rend leur observation *in vitro* difficile. En revanche, il est possible de lancer cent simulations et de détecter automatiquement les rapprochements, permettant au chercheur de se concentrer sur ces cas.

L'autre enjeu est la représentation des molécules. Il s'agit d'un besoin apparu dès le XIXe siècle, qui est même passé par des vues 3d tracées sur des oscilloscopes. Mais cela s'est accéléré récemment, avec l'arrivée en masse des GPU. Représenter la forme des molécules est un défi étant donnée leur complexité. Les modèles plastiques, à boules, sont très pratiques, mais ne suffisent pas pour des molécules de cent ou mille atomes. Même en 3d, une représentation sommaire ne suffit pas. Les ombres notamment sont indispensables pour distinguer les trous et reliefs.

Les travaux de l'IBPC s'inscrivent dans le projet ExaViz, dont l'ambition est de développer de nouveaux outils de visualisation et d'analyse interactive et collaborative. Techniquement, l'IBPC utilise notamment Flower pour ses représentations, dans le but d'être *scalable* et ainsi de pouvoir passer de un à cent nœuds.

Problème : les étudiants en biologie qui arrivent dans leurs labos n'ont jamais entendu parler de « pipeline OpenGL » et autres détails typiquement informatiques. Pour leur éviter une trop longue formation, l'IBPC a adapté un moteur de jeux libre, Unity3D, pour en faire un simulateur moléculaire accessible, nommé UnityMol. Il simplifie le développement de chacun. L'IBPC collabore aussi fortement avec Leap Motion, le *crowdsourcing* et d'autres. Parmi leurs envies : réaliser un jour une coopération de type FOLDIT, entre les joueurs d'UnityMol.

Jean Favre (CSCS)

Un *cluster* de visualisation, ou bien un supercalculateur ?

Jean Favre est un chercheur polyvalent. Il fait de tout, même de l'astrophysique. Mais chaque jour, une question revient : doit-il simuler sur le cluster ou sur le HPC ? Les deux sont pourtant gratuits pour lui puisque, comme chaque chercheur du CNRS, il se voit attribué un « budget » de calcul. Celui-ci ne se mesure pas en heures de calculs, mais en unités d'allocations. Les unités peuvent se dépenser sur

différentes machines, chacune ayant un prix horaire d'autant plus élevé qu'elles sont performantes. Le HPC coûte très cher, le cluster bien moins. Il s'agit donc de répartir ses travaux de façon intelligente pour achever les calculs le plus vite possible, dans les limites du « budget ».

Les données étant massives, il faut bien entendu travailler sur du massivement parallèle. Toutefois les machines sont différentes. Dans le cas du HPC, les données ont l'avantage d'être déjà sur le disque. Sur le cluster, rien que pour une copie, un déplacement de données, le coût est énorme.



La visualisation sert notamment, lorsque l'on ne sait pas ce que l'on cherche. Il y a dans ce cas de longs dépouillements de données, durant lesquels on peut continuer à faire d'autres calculs. Donc la vitesse n'y est pas indispensable. Et en ce qui concerne l'iconographie dans les publications scientifiques, elle est en général en 2D et en noir et blanc : mieux vaut donc un graphique fait avec une machine normale. Pour le visual *debugging* ou pour l'analyse comparative, l'intervention humaine ralentit le processus.

Le HPC doit être rentabilisé. Pas question de perdre du temps à réfléchir, il faut que le temps machine soit vraiment utile. Entre autres, un *data profiling* efficace est nécessaire. Selon comment les données sont partitionnées, l'efficacité ne sera pas du tout la même. Dans un mouvement de particules, le partitionnement de l'espace doit suivre le mouvement de celles-ci, sans quoi elles n'auront de cesse de passer d'une zone à l'autre et donc d'être envoyées d'un processeur à l'autre. Dans ces travaux, 98% du temps consiste en du *number-crushing*, ce qui passe bien mieux sur le HPC. La visualisation est alors une tâche mineure.

Mais pour les tâches graphiques réelles, comme l'*ambient occlusion* qui permet de voir les volumes, des GPU sont nécessaires. Or le HPC n'en possède pas.

Il s'agit aujourd'hui de faire une transition du pure MPI vers un parallélisme hybride. Combien faut-il de mémoires distribuées et partagées ? POSIX accélère notablement les calculs. Mais nous avons besoin de faire plus d'efforts pour avoir des résolutions adaptatives. Cela doit dans certains cas être inclus dans le code, notamment en cosmologie. Il faudrait pouvoir faire le pre-processing de la visualisation sur le HPC, de manière complètement transparente.

Bruno Thooris (CEA)

Visualiser pour comprendre et communiquer : l'astrophysique en 3D



Pour sa conférence, Bruno Thooris suit la maxime d'Aristote : « Je vais essayer d'être clair sans être banal ». Chercheur à l'IRFU, l'Institut de Recherche sur les lois fondamentales de l'Univers, il travaille à la production des vidéos d'astronomie en 3d stéréoscopique. Tout le monde dans la salle est invité à venir voir ces films dans leurs salles dédiées à l'IRFU, modulo un simple coup de fil auparavant.

Simulation et visualisation sont fort utiles pour étudier l'espace. Les astronomes ont tout simplement le choix : aller en antarctique pour observer l'univers dans de gigantesques télescopes... ou bien rester chez eux bien

au chaud, sur leur PC, et recréer leur propre univers.

Pour cette genèse, ils développent des codes numériques, des outils de parallélisation, et toute une gamme logicielle. Ils exploitent les supercalculateurs bien connus, comme Jade, Curie ou Turing, et leur objectif est de comprendre la formation des structures de l'univers, depuis l'échelle des amas jusqu'à celle du système solaire. Techniquement, leurs codes sont tous écrits en Fortran ou en C, mais leurs maillages sont différents. Celui-ci va du cartésien régulier jusqu'au multigrille, en passant par des maillages sphériques ou adaptatifs.

Pour visualiser, la difficulté technique typique est la taille immense des données. Une autre difficulté est aussi la diversité des variables, qui comprennent des champs scalaires, des champs vectoriels et des nuages de particules. Pour visualiser l'univers, l'IRFU a choisi de bâtir ses propres codes. À chaque demande des physiciens du service d'astrophysique, le programme est développé. Il est libre et peut d'ailleurs être téléchargé sur leur site sans problème.

Le code RAMSES permet par exemple des « zooms et dézooms » à volonté tout en simulant la formation d'une galaxie de type voie lactée. Il simule des collisions de galaxies, mais aussi des étoiles et leur surface. Il y a aussi un module pour le grand public, de planétologie. Ils ont aussi travaillé sur le flux dans ITER, qui est très analogue à celui à l'intérieur du soleil.

Grâce à cet outil, les thésards peuvent visualiser, pour comprendre et mieux « vendre » leur thèse. La visualisation est là aussi utilisée pour la simulation de l'univers proche, et leur vidéo de 17 minutes à ce sujet a fait non seulement beaucoup de vues sur internet, mais est passée au journal de France3. En 2009 ils ont réalisé COSMO 3D, que 13 000 personnes ont vu au palais de la Découverte. Ce film a, lui aussi, été repris au journal de France3. En 2011, cela a été au tour du film « L'univers recalculé », qui a même été sélectionné au *Supercomputing Showcase*.

Au-delà du plaisir de la physique, la visualisation donne le bonheur de pouvoir partager ses recherches avec le reste du monde.

Table ronde

Animée par Martial Mancip (CNRS, Maison de la Simulation) avec Pascal Frey (UPMC), Patrick Gillieron (RDMFA), Pierre Hénon (Ensad), Olivier Rouchon (CINES).

Pierre Hénon (Ensad) : j'ai été agréablement surpris de voir combien la visualisation est belle ; en plus d'être utile. Il y a sûrement des partenariats à développer avec l'art.

Pascal Frey (UPMC) : Il y a une contradiction entre des calculs très lourds — qui entassent plus de 10^9 points — et nos écrans, qui ne font que 10^6 pixels. Cela montre combien, en visualisation, la pertinence des données importe plus que leur quantité.

Il faut aussi remarquer qu'il n'y a plus un cycle propre de type « je simule puis je visualise ». Les deux étapes s'imbriquent, car voir ce qui se passe au fur et à mesure me permet d'agir sur mon modèle et d'améliorer le processus. Les deux se répondent. Autre piste pour la visualisation : la stéréoscopie c'est bien, mais dans un espace à sept dimensions comme la physique en rencontre souvent, que faire ? Les maths ont donc encore des pistes pour de futurs développements.

Patrick Gillieron (RDMFA) : je travaille à la direction de la recherche scientifique Renault. Dans les années 90, on plaçait encore des formes en cartons sur le véhicule dans la soufflerie... et on ne voyait pas grand-chose. Beaucoup de choses nous échappaient, et beaucoup de formules physiques manquaient. En quelques années, entre 1975 et 1985, une véritable expertise s'est développée. Elle n'était pas technique, elle se basait sur des sensations, des compétences humaines. Elle a permis de grandement améliorer les formes des voitures.

Dans la décennie suivante, on a essayé de relier ces résultats expérimentaux aux lois de la mécanique des fluides. Il fallait aller plus loin et optimiser les résultats déjà obtenus. Surtout qu'utiliser une soufflerie

coûte tout de même entre cinq et douze mille euros la journée de huit heures : il faut pouvoir en faire le minimum. Mais avant la simulation, les difficultés restaient insurmontables.



La simulation et la visualisation ouvrent aujourd'hui de nouveaux champs. Elles permettent de penser mieux et d'optimiser de façon inimaginable il y a dix ou quinze ans, car il est devenu possible de visualiser, de « concrétiser » le flot d'air ! On en arrive même à créer des contrôles actifs, *via* des souffles qui réduisent les turbulences et diminuent la traînée de 30% ! Et la consommation de carburant baisse d'autant. Une bascule a eut lieu : les gens qui faisaient du maquettage sont passés à la représentation 3d. Les gens rentrent dans le véhicule, dans le compartiment moteur pour l'imaginer avec une perspective 3d.

Pierre Hénou (Ensad) : autre sujet tout de même majeur : le problème de la pérennisation des vidéos scientifiques. Tous ces films si coûteux finissent trop souvent dans des placards. Nos heures de calculs sont-elles perdues à terme ?

Les jeux vidéo sont dans une meilleure situation du fait de leur popularité, mais l'infographie en général est en difficulté. L'art numérique est dans la pire des situations. Entretenir une œuvre d'art de Nam June Paik, avec des écrans cathodiques en fonctionnement, cela implique de trouver de nouveaux tubes cathodiques en 2013 ! Et une œuvre profitant du battement de l'entrelacement ? Car cela ne fonctionne pas sur un écran LED ou plasma. Il faudrait encourager la création d'un musée de l'informatique.

Quelques grands organismes sont certes chargés de sauvegarder tout cela en France. Les archives du film à Bois-d'Arcy s'occupent *a priori* de tout ce qui est pellicule. La BNF garde normalement tout ce qui a été édité : cassette, VHS, livre. Enfin, l'INA s'occupe tout ce qui est hertzien : ils stockent 100 chaînes chaque jour. Pour le reste, les vidéos inclassables, ils se disputent les droits... C'est une bonne chose de déposer nos vidéos dans ces archives, car dans nos organismes, qui sait ce qui peut arriver dans cinq ou dix ans ? Il est certes impossible de tout faire garder, il faut trier, mais si ce n'est pas fait du tout, ce sont parfois de véritables trésors qui sont détruits.

Olivier Rouchon (CINES) : Autrefois le C2R aidait les gens à faire des films scientifiques. Même s'il fallait des jours pour coller les bandes. En 1986, nous avons monté nos premières vidéos numériques, image par image. Puis, jusqu'en 1995, nous en avons fait une heure par an, ce qui est beaucoup.

Mais pour faire ces films, les scientifiques étaient accompagnés. Si l'on fait un film, il faut mettre de la musique, il faut mettre un titre, il faut mettre un copyright. Ils devaient dire qu'ils étaient réalisateurs et faire le boulot comme si c'était un film. Faire des plans, un scénario et raconter une histoire. Puis les gens se sont approprié la réalisation de films parce qu'ils pouvaient les faire sur leurs nouveaux ordinateurs portables. Un vidéoprojecteur, une fenêtre synchronisée (mal synchronisée, en général), et ils se lancent. Les films n'ont plus de titre, plus de code couleur. Même si l'auditoire est scientifique, il ne peut pas deviner que le bleu représente la haute pression et le rouge la basse... Peut-être Aristote pourra-t-il soutenir un retour à une réalisation mettant davantage en valeur le travail de nos scientifiques ?

Chapitre 3

Résumés des présentations

3.1 Pierre Hénon (Ensad)

Histoire de l'image de synthèse 3D pour la simulation

La simulation a été le moteur du développement de l'image sur ordinateur : les premières images de synthèse 3D étaient des simulations et ce sont les sociétés spécialisées dans la fabrication de simulateurs qui furent les premières à produire des images de synthèse pour la publicité ou des effets spéciaux numériques pour le cinéma. De même des algorithmes de rendu sont directement issus des recherches pour simuler le rayonnement de l'arme nucléaire. La visualisation a donc joué un rôle pionnier et majeur dans le développement de l'image de synthèse. Retour sur quelques exemples historiques des débuts de la simulation et du mariage image de synthèse/réalité.

3.2 Vincent Puig (IRI) et Samuel Huron (IRI, Inria-Aviz)

La visualisation comme vecteur de contribution

Dans un monde numérique où les échanges entre individus et machines deviennent un enjeu économique, la collecte et l'organisation de ces métadonnées est stratégique pour l'organisation de la connaissance. Notre hypothèse est que la visualisation de ces métadonnées à une échelle collective offre de nouvelles possibilités d'organisation. Durant cette présentation nous présenterons deux projets appliqués à la visualisation d'information dynamique et collaborative :

1. **Polemic tweet**, est une étude de l'impact du déploiement d'un dispositif de visualisation de la contribution sur l'indexation structurée et l'analyse de video. Cette expérimentation a été menée en collaboration avec l'équipe Aviz de l'Inria.
2. **Visual Sedimentation** est une technique de visualisation de flux d'information en temps réel. **Visual Sedimentation** offre une métaphore pour mettre à jour dynamiquement une classe bien connue de visualisation : les *area charts*. En discrétisant les flux d'information cette technique permet d'agir au niveau des objets (sélection, annotation, ...) tout en gardant un aperçu du contexte.

Pour conclure nous interrogerons comment articuler ces travaux dans la perspective de nouveaux outils d'enseignement et de diffusion des savoirs à l'heure des MOOCs et dans le contexte de ce que nous appelons les *Digital Studies*.

3.3 Patrick Bourdot (LIMSI)

Interactions immersives multi-sensorimotrices : les apports et potentiels de la Réalité Virtuelle et Augmentée

Cette présentation vise à donner un aperçu des recherches en Réalité Virtuelle et Augmentée (RV&A) menées au sein de l'équipe VENISE du CNRS/LIMSI. Ces travaux portent, pour la plupart, soit sur la combinaison de rendus immersifs sensori-moteurs (visuel, haptique et/ou audio), soit sur la fusion d'événements sémantiques fournies par des systèmes de reconnaissance de la parole et de gestes. Dans le premier cas, nous abordons plusieurs questions, telles que le contrôle des navigations virtuelles permettant l'implication physique des utilisateurs, ou la spécialisation de certains canaux sensorimoteurs pour aider les utilisateurs dans l'accomplissement de leur tâche plutôt que pour fournir des rendus réalistes. Dans le second cas, nous soulignons la valeur ajoutée, mais aussi les limites de la fusion multimodale des événements en interaction immersive. Nous démontrons également que ce processus de supervision est en mesure de gérer en collaboration immersive. Dernier point mais non le moindre, nous présentons les recherches en cours sur l'immersion en collaboration co-localisée ou à distance. Nous décrivons quelques inconvénients perceptifs de l'immersion co-localisée, et nous esquissons quelques approches possibles pour les résoudre. Enfin, nous présentons une interface utilisateur multi-sensorielle de virtualité augmentée pour une immersion à distance, avec des perspectives sur l'étude de la télé-présence.

3.4 Stéphane Masfrand (PSA Peugeot-Citroën)

La réalité virtuelle dans le Groupe PSA Peugeot-Citroën : applications actuelles et perspectives d'évolution

En 2014, PSA Peugeot-Citroën célébrera le 10^e anniversaire de son Centre de Réalité Virtuelle (CRV). Situé sur le Centre Technique de Vélizy, le CRV comprend aujourd'hui deux salles immersives. Ces moyens immersifs permettent aux concepteurs de percevoir les futurs véhicules en relief et à l'échelle 1:1 avant même la fabrication de maquettes physiques. Cela contribue à la réduction des délais de développement et permet aussi de réduire les coûts en minimisant le nombre de maquettes et prototypes physiques à réaliser. L'objet de l'exposé est de présenter les applications concrètes de la réalité virtuelle dans le contexte du groupe. Dans un deuxième temps, les perspectives d'évolution seront abordées sous l'angle des défis scientifiques et techniques à relever.

3.5 Patrick Wohlschlegel (Allinea)

Allinea DDT et VisIt : *debugger* des applications parallèles de hautes performances avec un outil de visualisation

L'écriture de codes parallèles est un *challenge* pour les développeurs. La multiplication du nombre de cœurs, les nouvelles architectures, la variété des environnements sont autant de facteurs qui rendent la tâche ardue. Des outils, comme Allinea DDT ou Allinea MAP existent pour résoudre ces problèmes et simplifier la vie des scientifiques ou des ingénieurs qui travaillent dans ces environnements. Chez Allinea, nous nous sommes rendu compte que les outils de visualisation (comme VisIt) mettent en évidence très intuitivement des erreurs de calcul qui pourraient survenir lors de l'exécution des applications. Très naturellement, nous nous sommes donc demandés comment exploiter ce type d'informations au sein de notre *debugger* parallèle Allinea DDT. Et nous avons trouvé des réponses.

Au cours de cette présentation, nous verrons comment faire le lien entre une simple image et un véritable *bug*, et surtout comment identifier la provenance de ce *bug* en quelques secondes afin de le résoudre sans effort.

3.6 Tom-Michael Thamm, François Courteille (NVIDIA)

NVIDIA indeX Leveraging GPU-compute Clusters for User-defined Generation of Large-scale Data for Immediate Interactive and Collaborative Visualization

NVIDIA indeX is a GPU cluster-based software solution that enables scalable real-time visualization of large-scale data and is used in the Oil & Gas industries for seismic data interpretation and reservoir/basin modeling. Here, the visualized large-scale stacked seismic data result from pre-processing multi-dimensional or multi-valued raw data, which is multiple times larger. For instance, pre-processing approx. 54 terabyte of pre-stacked data typically generates the seismic attributes of just a 90 gigabyte stacked dataset for visualization. Parallel and distributed computing algorithms are commonly used to process the multi-dimensional or multi-values data on compute clusters. The NVIDIA indeX visualization framework enables the seamless integration of user-defined parallel and distributed compute algorithms to generate seismic attributes. NVIDIA indeX triggers the external compute algorithms and populate the scalable large-scale data rendering algorithm with the resulting seismic attributes for immediate real-time display.

3.7 P.E. Weiss, S. Deck, G. Cressent (ONERA)

Big Data Visualization Challenge : Application to Aerodynamics

The current rise of the computational power allows using advanced modeling approaches (such as LES or RANS/LES) on increasingly complex applied aerodynamics configurations. Billion cell calculations, although uncommon, are now reachable. However, handling Terabytes of data generated by simulations performed on grids “only” containing 10 to 100 million points (*cf.* figure 1) already constitutes a bottleneck for numerical unsteady aerodynamics. Thus, the analysis of big data in CFD is strongly related to the balance between the physics solved and the unsteady flow data stored. In this context, this presentation illustrates the current available capabilities at ONERA to visualize large data sets issuing from advanced computations of unsteady turbulent flows (see, e.g., [1], [3], [5]). Issues regarding the level of validation [2] and the post-processing of short duration data are exposed illustrated on the basis of high Reynolds axisymmetric separating/reattaching flows (see, e.g., [4], [5]). These issues lead to further remarks on the need for CFD research scientists to gather an improved knowledge of their available hardware. Indeed, when a deep insight into big data sets is considered, the physical meaning of the chosen analysis has to be assessed along with the feasibility in term of IT equipment. The CPU cost of a post-processing technique on a large amount of data can have an order of magnitude equivalent to the computational resources required to simulate a configuration and generate the related unsteady data. Thus, the relationship between the performance of the hardware (i.e. CPU, memory access and storage) and the manipulation of large scale matrices is also discussed.

[1] Deck, S., Laraufie, R. “*Numerical investigation of the flow dynamics past a three-element aerofoil*”, Journal of Fluid Mechanics, 732, pp. 401-444, 2013.

[2] Sagaut, P., Deck, S. “*Large Eddy Simulation for Aerodynamics: status and perspectives*”, Philosophical Transactions of the Royal Society A, 367, pp. 2849-2860, 2009.

[3] Weiss, P.E., Deck, S., Robinet, J.C., Sagaut, P. “*On the dynamics of axisymmetric turbulent separating/reattaching flows*”, Physics of Fluids, 21, 075103, 2009.

[4] Weiss, P.-E., Deck, S. “*Control of the antisymmetric mode ($m=1$) for high Reynolds axisymmetric turbulent separating/reattaching flows*”, Physics of Fluids, 23, 095102, 2011.

[5] Pain, R., Weiss, P.-E., Deck, S. “*Zonal Detached Eddy Simulation of the flow around a simplified launcher afterbody*”, AIAA Journal, accepted for publication.

[6] Deck, S. “Recent improvements in the Zonal Detached Eddy Simulation (ZDES) formulation”, Theoretical and Computational Fluid Dynamics, 26, (6), pp. 523-550, 2012.

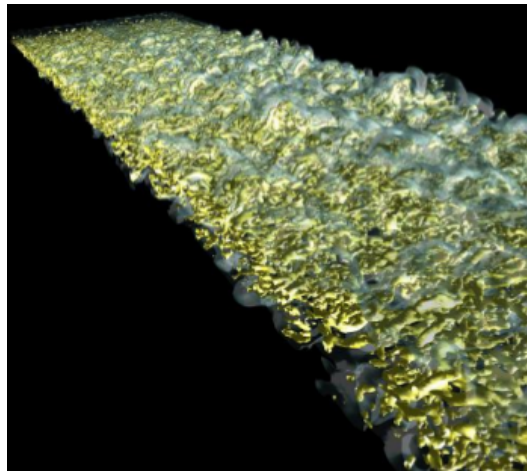


Figure 1: Visualization of the coherent structures in a turbulent mixing layer plotted from the ZDES flow data by Deck [6]

3.8 Florian De Vuyst (ENS Cachan)

Interaction/visualisation temps réel en CFD : vers de nouveaux usages et modes de travail ?

Les processeurs *manycores* et coprocesseurs graphiques permettent aujourd'hui d'envisager des interactions/contrôles temps réel pour des applications en mécanique des fluides. Ces gains « soudains » de performance de un à deux ordres de grandeurs nous amènent à réfléchir à de nouveaux usages des outils logiciels de simulation numérique, de nouveaux modes de manipulation et de visualisation, mais aussi à développer le travail collaboratif autour des outils de simulation. Ce changement de paradigme amène aussi à réfléchir à de nouveaux modes d'enseignement, plus réalistes et plus attractifs auprès des étudiants et, pourquoi pas, à de nouveaux modes d'enseignement distants (*cf.* MOOC). Nous commençons la présentation par une démonstration de calcul temps réel sur GPU des équations de Navier-Stokes avec interaction écran avec un stylet infra-rouge. Puis nous illustrerons la discussion par des exemples de conception R&D et des problématiques d'intérêt où l'interaction/visualisation temps réel apportent une véritable valeur ajoutée.

3.9 Benjamin Leclaire (ONERA)

Visualisation et vision pour la mesure d'écoulements : un apport fondamental

La compréhension des écoulements fluides s'appuie depuis très longtemps sur des visualisations, généralement obtenues par l'ajout de traceurs (colorants, fumées) chargés de matérialiser certaines trajectoires. Depuis une vingtaine d'années, ces approches sont devenues quantitatives, et la PIV (*Particle Image Velocimetry*) est à l'heure actuelle une technique de mesure incontournable dans le domaine. Cet exposé montrera les liens et apports naturels du domaine de la vision par ordinateur dans l'essor de cette méthode, tout d'abord en termes de modélisation optique. Très récemment, l'utilisation du traitement de données sur cartes graphiques (GPU) a également permis des réductions drastiques en temps de calcul et donc des gains significatifs en souplesse d'utilisation. A l'heure actuelle, l'ONERA développe des algorithmes adaptés à une implémentation multi-GPU afin d'étendre cette souplesse à la mesure dans des

domaines 3D. La question de la visualisation, des résultats de mesure cette fois, revient alors avec une acuité particulière. Celle-ci devient une étape primordiale pour l'évaluation critique des résultats, devant permettre de stocker uniquement les données d'intérêt, eu égard à leur volume.

3.10 Marc Baaden (IBPC)

Le calcul intensif rendu intuitif — visualisation interactive

En faisant appel au calcul intensif, les simulations de dynamique moléculaire avec des modèles de plus en plus réalistes sont capables de nous informer sur les propriétés structurales et fonctionnelles d'assemblages membranaires. Ceci pose des défis importants pour analyser et visualiser efficacement les masses de données générées. En faisant appel aux techniques issues de la visualisation scientifique, de la réalité virtuelle et/ou augmentée, le chercheur peut observer et explorer en temps réel les mouvements qui animent les molécules. Il peut saisir, allonger et manipuler ces molécules de manière interactive, pour étudier à la fois leur déformation et leur agencement. Les molécules sont rendues palpables par un périphérique à retour d'effort. Dans cette approche, la visualisation et la manipulation interactive occupent une place centrale. Grâce aux progrès matériels et logiciels (cartes graphiques, réalité augmentée, 3D,...) [1] les possibilités de visualisation scientifique offertes ont significativement évolué. Une retombée concerne la visualisation interactive d'édifices moléculaires de taille croissante, une autre les représentations de plus en plus recherchées prenant en compte des effets d'ombre et de lumière à l'instar des productions hollywoodiennes [2]. Le réalisme s'approche de la qualité des rendus par lancer de rayons. Ceci revêt une importance particulière dans le domaine des simulations numériques qui requièrent des approches artistiques et pédagogiques pour rendre les masses de données générées compréhensibles. Les travaux présentés s'inscrivent dans le projet ExaViz [3] dont l'ambition est de développer de nouveaux outils de visualisation et d'analyse interactive, voire collaborative.

[1] Chavent et al. ; *GPU-powered tools boost molecular visualization (2011)*, Briefings in Bioinformatics 12, 689.

[2] Chavent et al. ; *Bientôt dans votre amphithéâtre, la chimie fera son cinéma ! De la bonne utilisation des ressources informatiques pour l'enseignement : visualisation moléculaire, illustration de processus chimiques et de modèles physiques (2012)*, Actualité Chimique 363, Mai 2012.

[3] <http://exaviz.simlab.ibpc.fr>

3.11 Jean Favre (CSCS)

Un cluster de visualisation, ou bien un supercalculateur ?

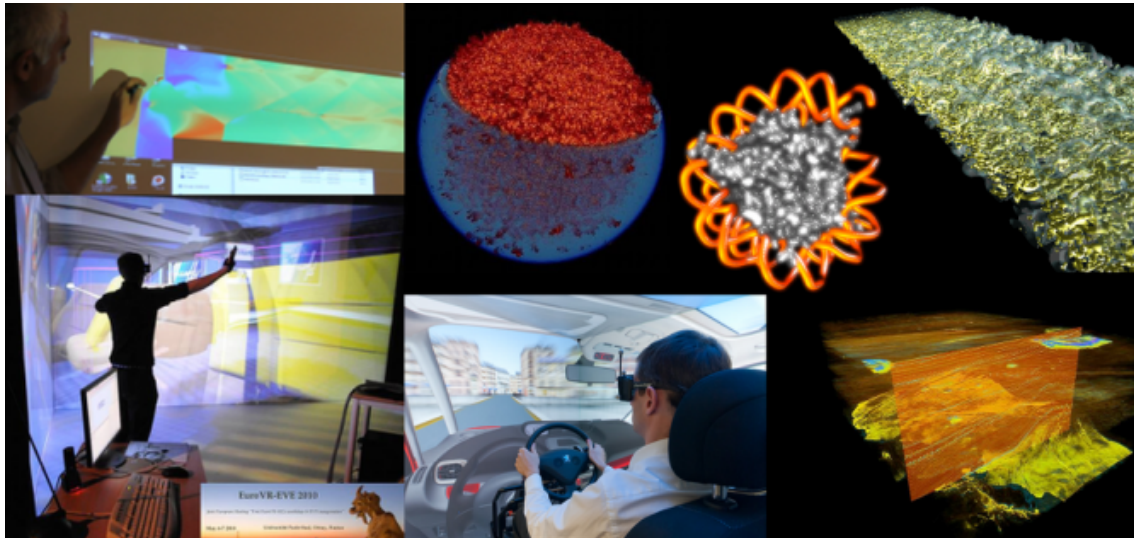
Qui n'a pas accès à un supercalculateur aujourd'hui ? peut-il remplacer le cluster de visualisation classique ? Cela semble facile. Les ressources *hardware* sont plus grosses et plus efficaces. Le passage au supercalculateur n'est pourtant pas sans embûche. Nous verrons à travers l'usage de deux applications open-source, VisIt et ParaView, quels sont les méthodes et les compromis utilisés.

3.12 Bruno Thooris (CEA)

Visualiser pour comprendre et communiquer : l'astrophysique en 3D

Les nouvelles générations de supercalculateurs massivement parallèles ont permis des avancées majeures dans la complexité et la taille des simulations numériques, en particulier dans le domaine de l'astrophysique. Dans le cadre du projet COAST (*Computational Astrophysics*), des outils génériques pour la

simulation et la visualisation de la formation des structures de l'Univers ont été développés . En particulier, l'application *SDvision* permet d'analyser des données scientifiques massives par une navigation immersive en 3D. Elle comprend également des modules pour la production de vidéos stéréoscopiques pour l'analyse mais aussi pour la communication avec le public. Grâce à sa généricité, *SDvision* ne se limite pas à des données astrophysiques, comme en témoigne son utilisation pour la visualisation de la turbulence à l'intérieur du plasma d'ITER, du comportement du faisceau dans l'accélérateur IFMIF ou des interactions nucléaires dans les modèles théoriques.



3.13 Participants à la table ronde

Pascal Frey (UPMC)

Pascal Frey est professeur de mathématiques à l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC) depuis 2002. En 2010, il devient directeur de l'Institut du Calcul et de la Simulation (ICS), centre de recherche, d'expertise et de formation en calcul scientifique de l'UPMC. Depuis 2013, Pascal Frey est aussi consultant scientifique auprès du centre français de recherche aérospatiale (ONERA).

Patrick Gillieron (RDMFA)

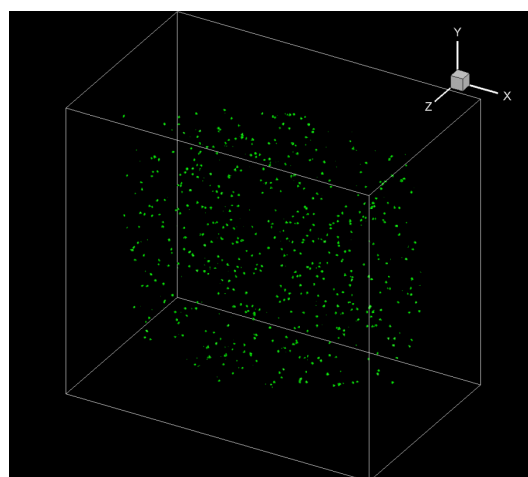
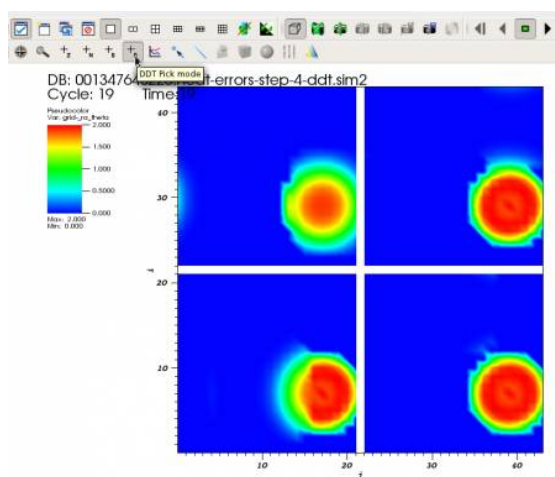
Patrick Gillieron est ingénieur en aérodynamique, docteur en mécanique et habilité à diriger des recherches. Auteur de nombreuses publications internationales, il travaille depuis plus de 30 ans sur l'analyse, la compréhension et le contrôle des écoulements et des décollements. Chargé d'enseignement puis professeur associé au Conservatoire National des Arts et Métiers de 1987 à 2001, directeur de recherche associé au CNRS de 2001 à 2004, chercheur associé à l'École Polytechnique d'Orléans de 2006 à 2010, chercheur et responsable du groupe de recherche « Mécanique des Fluides & Aérodynamique » de 2002 à 2011 à la Direction de la Recherche de Renault, il poursuit aujourd'hui ses travaux en qualité de chercheur indépendant.

Pierre Hénon (Ensad)

Pierre Hénon est diplômé de l'ISUP (Institut de Statistique de l'Université de Paris) et docteur en Urbanisme et dynamiques de l'espace. Il a enseigné à l'Université de Paris 8, à l'U.E.R.E et à l'Institut d'Arts Visuels d'Orléans. Professeur à l'EnsAD (Ecole Nationale Supérieure des Arts Décoratifs) il y a introduit l'enseignement de la vidéo dans les années 1970 puis celui de l'infographie en 1982. Coordinateur des enseignements d'infographie de 1982 à 1998, il est responsable jusqu'en 2007 du post-diplôme AII (image de synthèse et effets visuels) qu'il a créé en 1982. Depuis 2007 il participe au laboratoire EnsadLab à travers trois programmes de recherche : Espace numériques-extension du réel (EN-ER), Images temps réel (ITR), Histoire de l'image de synthèse (HIST3D). En parallèle à son activité d'enseignant il a participé à la réalisation de nombreux films en image de synthèse pour l'industrie et la publicité ; il a été administrateur de la CST (Commission Supérieure technique de l'Image et du Son) représentant le département Effets spéciaux, animation et images de synthèse (2000-2005) ; il est membre d'ACM SIGGRAPH depuis 1986 et il est aujourd'hui président de Paris ACM SIGGRAPH.

Olivier Rouchon (CINES)

Titulaire d'un diplôme d'Ingénieur en Informatique, Olivier Rouchon, après avoir été chef de projets informatiques au sein de la société Dell, est actuellement Ingénieur de Recherche au CINES ; il a d'abord occupé pendant six ans la fonction de responsable du Département Archivage et Diffusion. Pendant cette période, et au delà des activités d'animation et de coordination du service de conservation à long terme et d'accès aux documents numériques du CINES, il a également été le principal animateur du groupe de travail PIN (pérennisation de l'information numérique) au sein de l'association Aristote, et l'auteur d'articles sur la conservation à long terme d'objets numériques pour diverses revues. Il est maintenant à la tête du Département Calcul Intensif.



Chapitre 4

Partenaires



HP est présent dans le domaine du HPC depuis 1989 avec l'acquisition d'Apollo. Ensuite de grands noms et de grandes avancées technologiques ont continué à faire fructifier le savoir-faire des équipes d'HP dans le domaine : Convex, Digital, Itanium, Opteron, Xeon et maintenant les serveurs à base de processeur *low power*.

Le marché du HPC serveur en France représente une part importante du marché européen. C'est un marché en croissance constante car la demande croît régulièrement avec les besoins des utilisateurs. Le marché européen représente un bon tiers du marché mondial.

Cette activité nécessite une approche de solution globale regroupant les serveurs, le stockage, les couches applicatives, les contraintes thermiques et physiques des *datacenter* ainsi qu'une approche service qui est capitale en terme d'intégration, de MCO, de support et de disponibilité. HP construit et propose ses offres afin de pouvoir adresser chacun des secteurs métiers avec les solutions les plus appropriées tenant compte des spécificités de chacun de ces domaines. La croissance des besoins en puissance de calcul nous pousse à être de plus en plus exigeants avec nos *labs*. L'innovation est capitale dans ce domaine.

Les segments de marché à forte puissance tels que l'analyse financière, le web 2.0, les bases de données intensives, les *hosters*, le *streaming*, le commerce internet, les médias interactifs, la visualisation intensive, le cinéma 3D, les jeux vidéos en ligne nous obligent à repenser constamment les limites de nos solutions.

Notre programme HPC Exascale permet de proposer dès maintenant des composants et des solutions *disruptives* : connections optiques, refroidissement liquide, dématérialisation des serveurs, facilité de programmation, résilience de la solution *hardware*, ... C'est ce défi du HPC dans lequel HP compte bien se positionner en *leader* technologique grâce au développement de solutions innovantes et compétitives.



Serveware est un centre de compétences consacré à la mise en production de systèmes d'information, de sauvegarde, de stockage, de calcul, de visualisation graphique et d'aménagement de salle informatique.

Serveware s'est imposé depuis 1994 comme l'un des acteurs majeurs du marché de l'informatique scientifique et du stockage. De la fourniture et de l'installation de postes isolés à la refonte totale d'un site, les prestations Serveware sont variées et adaptées aux besoins de chaque client en fonction de leurs choix stratégiques pour leur système d'information.

Serveware rassemble une équipe d'experts techniques et d'ingénieurs commerciaux s'engageant sur la performance des solutions délivrées.



Intel est un leader mondial de l'innovation informatique. La société conçoit et construit les technologies essentielles qui servent de base pour les appareils informatiques du monde.

Intel propose des solutions de haute performance (HPC Computing), y compris les processeurs, coprocesseurs, interconnexion, le logiciel et le stockage. Ses équipes de recherche et développement ainsi que ses équipes de produits stimulent l'innovation industrielle sur le chemin de l'Exascale.



TECHVIZ est un éditeur de logiciels accélérateurs d'informations dans l'univers de la 3D. TechViz XL et ses options permettent l'affichage en temps réel de modèles 3D complexes pour visualiser en mode multi-écrans tous types d'applications 3D, sans conversions de données et ceci à l'échelle 1 : 1 directement depuis l'application source.

C'est une immersion complète en haute résolution, avec un système de tracking.

<http://www.techviz.net> http://www.youtube.com/watch?v=Dkrxs9M4_dM



NVIDIA a révolutionné le monde de l'informatique en inventant le processeur graphique (GPU) en 1999. De ses racines dans l'informatique visuelle, l'entreprise s'est ensuite tournée vers le calcul parallèle, l'informatique mobile et la virtualisation.

Aujourd'hui, les nouveaux processeurs mobiles NVIDIA boostent une grande gamme de produits allant des smartphones aux tablettes en passant par les systèmes d'information et de divertissement de l'industrie automobile.

Les joueurs PC profitent des GPU NVIDIA pour vivre une expérience époustouflante et immersive. Les professionnels les utilisent – entre autres – pour créer des effets spéciaux pour l'industrie du cinéma et pour concevoir des produits allant des clubs de golf aux avions de ligne. Quant aux chercheurs, ils exploitent la puissance des GPU pour repousser les frontières de la science avec le calcul haute performance. Enfin, la nouvelle technologie NVIDIA GRID™ et ses capacités de virtualisation GPU permettent de faire tourner les applications les plus exigeantes, sur site ou depuis des serveurs distants dans le *Cloud*.



Depuis 2005, le métier d'Oxalya est la fourniture d'infrastructures de calcul et de virtualisation. Peu à peu, les activités de la société se sont diversifiées avec le développement de logiciels de gestion d'infrastructure HPC.

En inaugurant en France dès 2008, la première offre de calcul à la demande totalement automatisée, Oxalya a démontré son savoir faire en distribuant près de 3 millions d'heures de calculs aux PME de l'Essonne et du Bassin Grenoblois.

En 2012, Oxalya rejoint le groupe OVH, leader de l'hébergement internet en France et en Europe, pour démocratiser l'accès au HPC en lançant de nouveaux services de calcul à la demande. Ainsi depuis Septembre 2013, OVH propose ses deux offres HPC, HPCSpot met à disposition des utilisateurs des ressources de calcul utilisables à l'heure ou au mois, et HPCcluster de véritables infrastructures HPC hébergées, prêtes à l'emploi et flexibles.

TotaLinux



Depuis 10 ans, TotaLinux est une SS2L (société de services en logiciel libre) spécialisée dans l'intégration et le maintien d'architecture informatique technique et scientifique. Les constructeurs informatiques s'appuient sur ses compétences pour l'ensemble des problématiques liées au calcul intensif. La société est en particulier le partenaire recommandé par HP et Fujitsu pour le développement opérationnel de solutions destinées au marché du *Big Data* et du HPC dans les centres de recherche ou les entreprises industrielles à fort contenu technologique.

Centre de compétence fédérant des personnels qualifiés dans la conception et la mise en exploitation d'infrastructure de calcul, de stockage et de visualisation graphique, TotaLinux est aussi un spécialiste reconnu pour l'interfaçage et la gestion centralisée des grappes de calcul à très haut débit.

Notre société a donc pour vocation d'optimiser les solutions informatiques les plus adaptées à chaque problème spécifique posé, depuis l'installation de poste de travail isolé jusqu'à la refonte complète d'une architecture informatique existante.

allinea

Allinea est le leader dans le développement d'outils pour la programmation parallèle et le calcul haute Performance (HPC – *High Performance Computing*). Sa suite d'outils de *debugging* (Allinea DDT) et de *profiling* (Allinea MAP) est destinée aux développeurs (scientifiques, numériciens, ingénieurs en informatiques, ...) qui travaillent aussi bien sur des stations de travail que sur des supercalculateurs multi-pétaflopiques. Ces outils sont intuitifs, interopérables et extrêmement *scalables*. Grâce à eux, le temps de développement des codes HPC est drastiquement réduit et les performances applicatives significativement améliorées, ce qui permet d'optimiser l'investissement effectué dans les moyens de calcul.

Allinea compte parmi ses clients les organismes les plus réputés au monde, tel que Oak Ridge National Laboratory, Argonne National Laboratory, CEA ou NCSA Blue Waters. Leurs applications balaient un très grand nombre de sujets, comme par exemple la modélisation du climat, l'astrophysique, la conception aéronautique ou même la modélisation financière.

<http://www.association-aristote.fr>

info@association-aristote.fr

ARISTOTE Association Loi de 1901. Siège social : CEA-DSI CEN Saclay Bât. 474, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex.

Secrétariat : Aristote, École Polytechnique, 91128 Palaiseau Cedex.

Tél. : +33(0)1 69 33 99 66 Fax : +33(0)1 69 33 99 67 Courriel : Marie.Tetard@polytechnique.edu

Site internet <http://www.association-aristote.fr>