

# Festival de la Recherche Science : les technologies de demain

Recherche – Industrie – Education - Culture

Samedi 24 mai 2014  
Saint-Paul Hôtel de Nice  
29, boulevard Franck Pilatte



Cette 8<sup>ème</sup> édition du Festival de la Recherche a été organisée par l'association Recherche et Avenir pour convier le public à un voyage futuriste, celui des futures technologies. L'objectif de REA avec ce 8<sup>ème</sup> Festival est de poursuivre le développement de la plateforme d'interaction entre Recherche Publique, Recherche industrielle, Education et Culture. Quatre intervenants spécialisés ont présenté leur domaine d'expertise que sont les sciences de l'information, la robotique au service de la chirurgie, les énergies renouvelables et l'astrophysique spatiale. Les résumés de ces quatre conférences sont proposés par Michel Aymé, brillant représentant de REA à Paris, et Katia Mathias, Secrétaire Générale cofondatrice de REA et brillante astrophysicienne. Nous la remercions chaleureusement pour l'animation de cette journée.



## Introduction

Stéphanie Godier

Directrice Générale de Recherche et Avenir – Cannes (06)

## Présentation des intervenants et animation

Katia Mathias

Secrétaire de Recherche et Avenir – Cannes (06)

## Sciences de l'information : les futures technologies de pointe dans le numérique

Thierry Vieville

Chercheur en neuroscience computationnelle – Laboratoire INRIA – Sophia (06)

## Chirurgie et robotique : le robot en Chirurgie Générale : état des lieux et Perspectives

Daniel Benchimol

Chirurgien cancérologue – Hôpital Archet 2 – Nice (06)

## Energies renouvelables : des habitats écologiques innovants

Christian Grazzini

Ingénieur – EDF – Nice (06)

## Astrophysique spatiale : les grands projets spatiaux : l'exemple de GAIA

Frédéric Thévenin

Astrophysicien – Observatoire de la Côte d'Azur – Nice (06)



### **Le mot de la Présidente**

#### **Dominique CRESPO**

Présidente de l'Association Européenne pour l'Éducation et la Recherche en Sciences Recherche et Avenir (REA)

Pour ses neuf années d'existence, l'équipe de Recherche et Avenir est heureuse de présenter la huitième édition de son Festival de la Recherche, sur le thème Science: les technologies de demain.

Forte de ses engagements en termes de Recherche astro-physico-chimique, d'Interaction entre les différents univers scientifiques de la Recherche, de l'Industrie, de l'Éducation et de la Culture pour valoriser la Recherche et participer au rapprochement Universités-Entreprises, engagée dans l'Accompagnement personnalisé des diplômés en sciences, REA témoigne de ses missions à travers quatre conférences et débats proposés dans ce Festival. La volonté et la motivation des intervenants ainsi que celle des actifs de l'Association renforcent ses actions en faveur de la Recherche, de ses acteurs et de tous les publics.

En tant que Présidente, je félicite vivement l'équipe de Recherche et Avenir et suis heureuse d'accueillir dans ce Festival de la Recherche nos intervenants et le public de toute provenance, qui aime à échanger sur les sciences. C'est pour nous l'occasion de prendre part aux grandes questions de notre futur commun.



### **Introduction par la Directrice**

#### **Stéphanie GODIER**

Directrice Générale de l'Association Européenne pour l'Éducation et la Recherche en Sciences Recherche et Avenir (REA)

Stéphanie Godier ouvre le Festival en nous invitant à nous interroger sur les méthodes scientifiques et les futurs outils technologiques en croisant les idées et les regards des chercheurs et industriels. Puis, elle cède la parole à Madame Véronique Paquis, adjointe au maire déléguée à l'environnement, au développement durable, à la recherche et aux nouvelles technologies. Madame Paquis, ravie de participer à cette nouvelle édition, insiste sur le fait que la philosophie de l'association est importante pour la Mairie de Nice dans les domaines de :

- ✓ la recherche-innovation : l'Université de Nice Sophia Antipolis est maintenant multi-disciplinaire et a à sa tête une nouvelle Présidente généticienne,
- ✓ la formation et l'insertion professionnelle: c'est l'avenir de nos étudiants qui participeront demain au développement économique du territoire (dont le développement durable, 2 millions d'emplois en Europe) avec en plus la création de l'institut IMREDD et des pépinières d'entreprises.



## Sciences de l'information : les futures technologies de pointe dans le numérique

**Thierry VIEVILLE**

Chercheur en neuroscience computationnelle – Laboratoire INRIA – Sophia (06)

**L'informatique est une science formelle**, petite sœur des mathématiques. Il s'agit de comprendre et de modéliser l'intelligence. Il faut noter que l'ordinateur n'a pas d'intelligence au sens humain du terme mais possède une intelligence mécaniste. Les quatre concepts clés qui caractérisent cette discipline du 21ème siècle sont les : systèmes, données, interfaces, modèles.

Aujourd'hui, si on demande aux gens des grands noms de l'informatique, ils répondent Bill Gates et Steve Jobs, ... Pour Thierry Vieville, il s'agit plutôt de commerciaux de l'informatique ! Lui, préfère citer ces 4 grands noms : Al Khuwarizmi, qui a inventé l'algorithme et lui a donné son nom, Alan Turing ainsi que 2 femmes : Ada Lovelace (qui a vécu au milieu du 19ème siècle) et Grace Hopper.

### Pourquoi est-ce l'informatique et non les mathématiques qui décodent le génome ?

Question à laquelle Thierry Vieville peut répondre puisque ses travaux de recherche portent sur la modélisation de l'intelligence mécanique dans les systèmes artificiels et biologiques.

Les travaux menés à l'INRIA ont des applications dans différents secteurs, notamment dans le domaine de la santé et du bien-être : amélioration du diagnostic, optimisation du geste chirurgical...

Exemple : si l'on a des électrodes disposées sur le crâne, lorsque l'on fait l'action de tendre le bras, on peut suivre les différentes zones du cerveau « allumées » par cette action. Si l'on n'a plus de bras et que l'on pense à l'action de tendre le bras, les mêmes signaux sont émis. D'où la possibilité de « brancher » un bras-robot à la place du membre manquant, et de pouvoir le commander par la pensée.

Il existe un outil de neuronavigation 3D en temps réel qui permet de faciliter l'utilisation de la stimulation magnétique transcrânienne (TMS) dans la thérapie de la dépression. On peut également faire une simulation d'opération pour enlever une tumeur du cerveau ou encore pour piloter le fauteuil d'un tétraplégique.

Ces travaux de recherche ont un impact socio-économique car par exemple, la bioprothèse du bras a un coût équivalent à celui d'une dizaine de voitures.

**Un autre secteur d'application pour les chercheurs de l'INRIA : l'environnement.** Objectifs : optimiser l'énergie, gérer les déchets. Certains chercheurs modélisent ce qui se passe après un incendie, dans le massif des Maures. D'autres collègues en poste à Montpellier, font pousser des forêts sur ordinateur.

Il est à noter que depuis 3 ans, l'informatique pollue plus que le trafic aérien. Il faut prendre des mesures de consommation et promouvoir de nouveaux modèles économiques (crowdfunding, logiciels libres).

**Remarque :** L'INRIA n'a plus recruté d'étudiant français depuis 10 ans car cet institut de recherche a besoin de « neurologues qui ont déjà fait de l'informatique », ce que l'on ne trouve pas en France...

### Questions du public :

*On parle de la médecine du futur, et pourtant on compte de plus en plus de malades, et de plus en plus de malades 'jeunes'...*

*Réponse du professeur Benchimol :*

*Les études épidémiologiques ne montrent pas plus de malades jeunes, c'est peut-être parce que les quelques cas que nous connaissons nous marquent profondément.*

### Questions du public :

*Dans le cas d'une tumeur au cerveau, le cerveau s'arrange-t-il pour que la zone touchée soit aidée par une autre ?*

*Réponse de Thierry Vieville :*

*On a apparemment "récupéré" des zones dédiées à autre chose chez les primates. Donc oui, c'est clairement étudié. Référence : Stanislas Dehaene, neurologue français.*



## Chirurgie et robotique : le robot en Chirurgie Générale : état des lieux et Perspectives

**Daniel BENCHIMOL**

Chirurgien cancérologue – Hôpital Archet 2 – Nice (06)

### En 2006, le CHU de Nice a été doté du premier robot 4 bras.

Dans la chirurgie assistée par ordinateur, on utilise la précision des ordinateurs avant l'opération, pour programmer chaque temps de l'opération. Ici, il s'agit d'un robot, utilisé 'pendant' l'opération. Il est important de noter que le robot n'est ici que l'esclave du chirurgien.

**Rétrospective.** Au 19<sup>ème</sup> siècle, les opérations sont ce que l'on appelle de " la chirurgie ouverte". 1987 marque l'année de la première ablation d'une vésicule (cholécystectomie) par Philippe Mouret, avec des outils utilisés jusqu'ici en gynécologie. C'est une révolution puisque l'on vient d'inventer les opérations mini-invasives. En 1997 arrive la première chirurgie robotique et le concept de téléchirurgie très utile pour l'armée.

**L'hôpital l'Archet à Nice est doté d'un unique robot nommé Da Vinci** car *Leonard de Vinci était le premier à avoir imaginé un modèle de robot.* Cela pose un sérieux problème de monopole car il n'existe qu'une entreprise, Intuitive Surgical, qui le fabrique et le commercialise. Ainsi, le moindre accessoire a un coût élevé.

Le Da Vinci est composé de deux parties. La première se situe au-dessus de la personne à opérer et comporte trois (dans sa première version) ou quatre (à partir du modèle Da Vinci S) bras manipulateurs. Un bras tient une caméra endoscopique, les autres tiennent des instruments chirurgicaux tels qu'un bistouri, ou plus précisément un électrobistouri qui découpe les tissus à l'aide d'un courant électrique.

La seconde est située à quelques mètres de la première, et comporte un siège sur lequel s'assied le chirurgien, deux écrans devant lesquels ce dernier vient placer ses yeux et qui retransmettent en direct la vue en 3D de la caméra endoscopique située sur la première partie, et deux manettes pour contrôler les instruments chirurgicaux. Les deux parties sont reliées par de nombreux câbles afin de transmettre les données de contrôle dans un sens, et de vision dans l'autre. A noter que plusieurs mécanismes de sécurité sont présents : les bras manipulateurs ne peuvent pas bouger si la tête du chirurgien n'est pas en contact avec la partie permettant de voir le champ opératoire, une protection empêche les bras d'endommager les tissus au niveau du trou par lequel ils pénètrent dans le corps, et une batterie de secours permet un fonctionnement pendant 20 minutes en cas de panne.

**Le chirurgien pilote le robot à distance**, par écran interposé. Il y a un chirurgien-assistant près du robot, qui lui met les outils à disposition et qui est prêt à intervenir au cas où il y aurait un problème sur un bras du robot.

Par rapport à la chirurgie "à l'ancienne" en coelioscopie, cela présente de nombreux avantages, parmi lesquels :

- l'écran 3D et l'écran sont dans le même axe,
- les «mains» du robot travaillent à 360° alors que nos mains ont seulement certains degrés de liberté,
- la réduction du mouvement permet de supprimer le tremblement (la précision descend alors de 5 à 1 cm),
- la position ergonomique du chirurgien.

Le robot est particulièrement intéressant dans la chirurgie mini-invasive (cf. vidéo de suture de 2 vaisseaux de 1 ou 2 mm). On peut trouver les preuves de ses performances dans 2 articles : Jayaraman *et al.* (le robot est facilitant) et Stefanidis *et al.*, (le robot est ergonomique). De plus, une étude interne a montré que la chirurgie robotique permettait de réduire les écarts entre chirurgiens ( $p=0,038$  au lieu de 0,066).

Le seul Inconvénient mais de taille de ce robot est son coût très élevé (2,2 millions d'euros pour le Da Vinci S) auquel il faut rajouter la maintenance de 200 000 euros par an ainsi que le surcoût d'environ 1000 euros pour l'instrumentation consommable nécessaire. D'où l'intérêt de mutualiser cet investissement.

**Il y a actuellement 1412 robots aux USA, plus d'une trentaine en France, dont 2 à Nice** (St Georges et l'Archet). Ils sont utilisés dans la chirurgie digestive, pédiatrique, gynécologique (15 %) et urologique (75 % des interventions), notamment pour l'ablation de l'utérus et de la prostate.

Les nombreux avantages du robot sont un excellent contrôle du cancer, un retour plus rapide à des fonctions sexuelles et à une continence urinaire, une durée d'hospitalisation plus courte, etc... De plus, et cela est non négligeable, les interventions se font par les voies naturelles (vagin, estomac/bouche, anus/rectum).

Un problème à signaler toutefois, c'est que l'on n'exige aucune qualification des chirurgiens pour opérer avec le robot. A Nice, sont mis à disposition des simulateurs avec une double console pour la formation ainsi que pour la collaboration multi-spécialités.



## Energies renouvelables : des habitats écologiques innovants

**Christian GRAZZINI**

Ingénieur – EDF Côte d'Azur – Nice (06)

**Le réseau électrique de PACA est fragile.** Il a fallu transformer un défaut en atout en faisant de notre territoire un véritable laboratoire d'innovation. Le premier axe retenu a été de réduire la croissance de la demande en électricité et le deuxième axe, de se tourner vers les Energies Renouvelables.

**Il y a eu une première expérimentation à Oraison** où 20 villas BBC ont été équipées de pompes à chaleur, de meilleures isolations, etc. On a alors mesuré les consommations et étudié les comportements. Les consommations variaient de 1 à 3, dans des logements pourtant comparables, car les comportements des occupants étaient variables : face à l'économie d'énergie réalisée, certains faisaient davantage attention à leur consommation, alors que d'autres en profitaient pour améliorer leur confort.

Un autre exemple porte sur la rénovation solidaire, notamment à Toulon et à La Seyne. Il s'agissait d'encourager le travail multi-lots grâce à des primes. Un troisième sur les Etablissements Fillière, avec l'aide à la mise en place d'une installation au froid à l'ammoniac.

**Un programme innovant a été celui de la station de ski Les Orres** avec l'étude des postes de consommation énergétique (la plus grosse dépense d'énergie étant pour les remontées mécaniques, la seconde pour la neige artificielle). Cette station a obtenu une baisse d'environ 20 % de la consommation électrique depuis la gestion en temps réel. C'est pourquoi ce programme est actuellement appliqué à la station d'Isola 2000. Les responsables travaillent en local, avec une entreprise de Roquebillière et Qualistéo à Nice. Le système de Qualistéo permet de détecter des erreurs comme celle de laisser fonctionner le chauffage le week-end dans des bureaux et ainsi de mieux étaler les consommations.

Un autre exemple d'économie d'énergie est celui de Bouygues Immobilier, à Roquebrune Cap Martin, où l'alimentation des pompes à chaleur de l'éco-quartier Cap Azur se fait grâce aux eaux usées épurées par la station d'épuration nouvellement créée.

Il existe aussi des concours comme celui "Architecture Bas Carbone".

### Actions d'économie d'énergie :

- S'attaquer au problème de l'éclairage. A cela, des solutions existent comme le pilotage radio à Saint-Auban ou encore l'utilisation de leds (Audi, Autour de Bébé - relamping total rentabilisé en 2 ans -, Hôtel Eden Roc, chambre froide de SaprimeX) ;
- Limiter les consommations en période de forte demande. Un télé-pilotage a été effectué chez 57 clients qui ont installé des pompes à chaleurs réversibles. Le but était de noter leur réaction en réponse à une légère dégradation de leur confort. Au niveau des entreprises, a été effectué un test de l'effacement qui consistait à couper et à mesurer le temps d'inertie, ce qui permettait de mesurer pendant combien de temps on pouvait laisser le chauffage coupé (exemple : Green Priz à la Colle sur Loup) ;
- Former aux éco-gestes. Entre 2009 et 2011, 220 000 lampes 'basse consommation' ont été distribuées.

**Depuis 2012, une étude comportementale** sur l'affichage des consommations est réalisée.

Le dispositif "C'Pas Courant" a permis de sensibiliser 5 communes du 04, 06 et 83, aux économies d'énergie et aux solutions d'éco-rénovation.

Egalement possible le coaching énergétique proposé à St Laurent du Var et qui permet de faire se mesurer un quartier avec un autre ! Et ceci se réalise en partenariat avec le CG06 et l'ADEME.

**Pour conclure, il apparaît que les gens ne sont pas si prêts que cela à faire des économies d'énergie.**

L'idée les séduit effectivement, mais dès que ça touche à leur confort, ce n'est plus le même enthousiasme....

On peut néanmoins compter sur la micro-cogénération pour économiser l'électricité et le gaz, avec des innovations telles que les pompes à chaleur hybride, les pompes à chaleur multifonction (en été, il faut en même temps rafraîchir l'habitat et fabriquer de l'eau chaude) ou encore gérer la récupération des eaux grises pour préchauffer l'eau courante, à l'échelle de l'immeuble. Ce à quoi on peut ajouter la biomasse, granulés obtenus par déchets verts qui permet la récupération des déchets verts d'une résidence.

Il y a d'autres innovations à ne pas perdre de vue comme ce test de comparaison de 2 bâtiments, l'un peint avec une peinture classique, l'autre avec une peinture isolante.

**Question du public :**

*En Allemagne, les bâtiments ont une isolation extérieure, bien plus performante. Pourquoi n'est-ce pas plus déployé en France ?*

**Réponse de Christian Grazzini :**

*Aujourd'hui, l'isolation est bien utilisée dans le neuf (permet de s'affranchir des ponts thermiques). En rénovation, le problème qui se pose est celui de la compétence des entreprises. Et il y a des façades trop compliquées. En outre, ce principe prend 20 cm en plus sur l'emprise au sol, sur la voie publique, ce n'est pas toujours possible !*

**Question du public :**

*Question technique sur l'énergie marémotrice : pourquoi il n'y a rien qui utilise les mouvements de la mer autres que les marées ?*

**Réponse de Christian Grazzini :**

*A Nice, il y a des turbines installées sur les conduites d'eau potable. Thierry Vieville fait mention du CSTB à Sophia Antipolis.*

**Question du public :**

*Est-ce qu'il y a un monsieur Energie Efficace dans toutes les régions ?*

**Réponse de Christian Grazzini :**

*Non, il n'y en a que 5 en France.*



## Astronomie Spatiale : Les grands projets spatiaux : l'exemple de GAIA Frédéric THEVENIN

Astrophysicien – Observatoire de la Côte d'Azur – Nice

**Il y a 2 grands défis en ce début de 21<sup>ème</sup> siècle : savoir comment s'est formé l'univers et comment se sont formées les planètes.** L'astronomie spatiale est complémentaire de l'astronomie au sol.

**Le Big Bang a eu lieu il y a 13,7 milliards d'années.** La cosmologie s'intéresse au premier milliard d'année. On peut remonter à 400 000 ans après la naissance de l'Univers. Avant, on ne voit rien, c'est beaucoup trop opaque. Par contre les fluctuations thermiques de l'univers (Cosmic Microwave Background) montrent que ce dernier n'est pas homogène, et qu'il a émis des ondes sonores qui se sont propagées. Le satellite français Planck a ainsi étudié une quarantaine de "notes" de l'Univers. On s'est aperçu que les observations ne correspondaient pas à la théorie et que pour simuler ce que l'on voyait, il fallait rajouter de la matière noire et de l'énergie noire. Elles constituent respectivement 23% et 73% de la matière non lumineuse qui serait contenue dans l'Univers.

**Un des problèmes actuels est de savoir comment localiser la matière noire.** Le satellite Euclide, projet dans lequel l'observatoire de Nice est impliqué, est dédié à cette quête et devrait être lancé en 2020 depuis la Guyane.

**D'autre part, un consortium de laboratoires européens, incluant des laboratoires français, a proposé début 2014 la mission Athena** afin de répondre aux questions fondamentales de l'astrophysique moderne. Succédant au satellite XMM-Newton, actuellement en opération, Athena serait ainsi le grand observatoire européen de prochaine génération dans le domaine des rayons X. La surface collectrice de ses miroirs (2m<sup>2</sup>), couplée à son excellente résolution angulaire (de 5 arc-secondes) et spectrale (2.5 electron-volts), ainsi que son large champ de vue (jusqu'à 40 arc-minutes) lui conféreront une capacité d'observation supérieure de deux ordres de grandeur aux instruments de la génération précédente. En 2028, Athena fournira un accès essentiel à la fenêtre des rayons X. En complément, des nouveaux moyens au sol et dans l'espace en cours de développement, comme SKA (Square Kilometer Array), ALMA (Large Millimeter/submillimeter Array), JWST (James Webb Space Telescope), E-ELT (European Extremely Large Telescope), CTA (Cherenkov Telescope Array) couvriront les autres fenêtres radio, submillimétrique, infrarouge, optique et gamma.

**Les exoplanètes font partie d'un passé plus récent.** Environ 2000 d'entre elles ont été mises en évidence sans être vues directement. C'est le défi du 21<sup>ème</sup> siècle que de les voir. Pour voir une exoplanète, il faut éteindre l'étoile autour de laquelle elle gravite (exemple Beta Pictoris). Pour l'instant, on ne voit que les exoplanètes les plus jeunes car elles sont chaudes et donc brillantes. En juillet 2013, le satellite américain Kepler détectait 134 planètes (confirmées par d'autres observations) gravitant autour de 76 étoiles ainsi que plusieurs milliers non confirmées.

**Le successeur de Kepler, Plato, devrait être lancé en 2024.** L'un de ses principaux objectifs est la découverte et la caractérisation d'exoplanètes de type terrestre autour d'étoiles proches et de magnitude apparente importante (entre 4 et 16). En collectant des données sur ces planètes par la méthode photométrique et sur leur étoile par astrosismologie, cette mission doit déterminer dans quelle mesure notre Système Solaire et la Terre constituent un ensemble atypique et si de tels ensembles sont répandus dans l'Univers. La charge utile de Plato est composée de 34 ensembles optiques qui lui permettront d'observer pratiquement la moitié de la voûte céleste sur la durée de la mission qui durera au minimum 6 ans. L'Observatoire de la Côte d'Azur est impliqué dans ce projet d'envergure.

**La mission Gaïa partie en décembre 2013,** a pour objectif de mesurer les caractéristiques de plus d'un milliard d'objets célestes (étoiles, astéroïdes, galaxies, etc.) jusqu'à la magnitude 20. Les données collectées devraient améliorer nos connaissances concernant la structure, la formation et l'évolution de la Voie lactée, mais également apporter des contributions significatives dans les domaines scientifiques traitant des planètes extrasolaires, du Système Solaire, des galaxies extérieures à la nôtre, ainsi qu'en physique fondamentale.

On pense que Gaïa va pouvoir détecter 5000 exoplanètes, au moins de la taille de Jupiter.  
Une belle perspective !

**Les photos du Festival de la Recherche Science : les technologies de demain sont en ligne sur notre site [www.rechercheetavenir.eu](http://www.rechercheetavenir.eu).**



*Le public et les conférenciers*



*L'équipe REA*



Un grand merci à la ville de Nice représentée par Véronique Paquis, aux intervenants de grande qualité que nous avons reçus et qui ont accepté de se prêter au jeu et, merci aux membres actifs de REA.

Cet événement a été réalisé grâce au soutien de la Mairie de Nice en les personnes de Christian Estrosi, Député-Maire de Nice et Président de la Métropole Nice Côte d'Azur, et de Véronique Paquis, adjointe au Maire de Nice, Déléguée à l'Environnement, à l'Université et à la Recherche.