



INSTITUT DE FRANCE  
Académie des sciences



## Colloque Quel avenir pour la Robotique en France ?

16 juin 2016 à 9h

Fondation Simone et Cino del Duca

10 rue Alfred de Vigny, 75008 Paris

Ce colloque interacadémique s'inscrit dans le droit fil des missions de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies, qui est d'encourager la vie scientifique et le développement technologique en promouvant les échanges au plus haut niveau. Les deux Académies se rejoignent pour confronter les savoirs indispensables aux progrès scientifiques et technologiques et à leurs perspectives d'applications, en débattant d'un enjeu vital pour la France, celui de la robotique. Les travaux engagés au niveau interacadémique sur l'état de l'art de la robotique dans notre pays ont abouti aux trois conclusions suivantes :

1. La France occupe une 4<sup>ème</sup> place incontestable au niveau mondial dans le domaine des connaissances, des recherches et des technologies-clés nécessaires au développement de robots pour des usages qui se confirment en de nombreux domaines d'avenir.
2. La France n'est productrice qu'en 12<sup>ème</sup> à 14<sup>ème</sup> rang des cobots-robots qui correspondent à ses propres besoins bien qu'elle dispose de l'ensemble des compétences et des productions d'équipements technologiquement adaptés aux applications présentes et futures dans l'ensemble des usages prévisibles. Les PMI françaises de robotique seraient-elles ainsi vouées à être rachetées par les leaders internationaux du domaine ?
3. La continuation du développement des cobots-robots, d'usage prévisible à moyen terme, implique un transfert du virtuel vers des actions concrètes au service de l'humain. Elle nécessite une forte relation entre les acteurs, concepteurs, développeurs et utilisateurs des quatre mondes, de la connaissance de base aux technologies appliquées, des industriels producteurs aux praticiens et usagers opérateurs dans les installations à haute technicité du futur.



# Les organisateurs du colloque



## **Pierre PERRIER**

Pierre Perrier, ancien responsable des études avancées de Dassault Aviation et délégué général du CADAS puis de l'Académie des technologies où il anime le Groupe de travail « Robotique ». Ses travaux ont porté sur la modélisation et la simulation numérique des écoulements de fluides turbulents et des propagations d'ondes E.M. Ils ont aboutis aux premières simulations numériques tridimensionnelles en situation réelles en éléments finis ainsi qu'aux conceptions géométriques directes par ordinateur pour l'usage en production ■



## **Patrick FLANDRIN**

Patrick Flandrin est directeur de recherche CNRS à l'École normale supérieure de Lyon. Il est délégué de la section des sciences mécaniques et informatiques de l'Académie des sciences ■



## **Paul PARNIÈRE**

Paul Parnière est délégué de l'Académie des technologies pour le Sud Ouest. Paul Parnière est un spécialiste de sciences des matériaux. Il a fait sa carrière pour une large part au sein du groupe RENAULT (Recherche, et stratégie des relations avec les fournisseurs) ■



## **Sébastien CANDEL**

Sébastien Candé est professeur des universités de classe exceptionnelle, professeur émérite à l'École centrale de Paris et membre honoraire de l'Institut universitaire de France. Il est président du Comité de prospective en énergie de l'Académie des sciences ■

# Programme

*Identifier les principales actions à mettre en place, à développer, à amplifier, ... pour faire émerger une « industrie robotique » en France.*

- 9:00** Accueil
- 9:30** Introduction  
**Sébastien CANDEL**, Académie des sciences, Académie des technologies  
**Pierre PERRIER**, Académie des sciences, Académie des technologies
- 9:50** **Les industriels utilisateurs : 4 exposés d'industriels, utilisateurs actuels ou potentiels de robots, présentation de leurs projets, leurs attentes, leurs souhaits voir leurs rêves en matière de robots (Président de séance : Paul PARNIÈRE)**  
Les défis de la robotisation de l'industrie automobile du futur  
**Nahid ARMANDE**, PSA  
Pour une automatisation pérenne  
**Marc ALOCHET**, RENAULT  
Le rôle de la robotique industrielle et de la robotique de service dans le domaine alimentaire  
**Christian JARISCH**, Nestlé  
Aéronautique  
**Nicolas CHEVASSUS**, Airbus
- 10:40** Questions, compléments et discussion avec l'ensemble des participants
- 11:40** Interaction homme machine : aspects juridiques et éthiques (Président de séance : **Dominique PECCOUD**)  
**Serge TISSERON**, Académie des technologies, Paris VII Denis Diderot  
**Nathalie NEVEJANS**, Faculté de droit, Douai  
**Jean-Paul TEYSSANDIER**, Académie des technologies
- 12:00** Buffet
- 13:30** **Paroles aux chercheurs : 6 exposés par des chercheurs en réponse à ces demandes, souhaits, rêves, ... présentation de ce que nos connaissances actuelles et les travaux de recherche en cours permettent ou ne permettent pas de faire (Président de séance : Patrick FLANDRIN)**  
Robotique industrielle  
**François PIERROT**, CNRS/LIRM Montpellier  
Systèmes robotiques autonomes pour la mobilité et le transport des personnes  
**Philippe BONNIFAIT**, Heudiasyc UTC/CNRS - Directeur du GDR Robotique  
Robotique agricole : des opportunités mais de nombreux challenges à relever  
**Michel BERDUCAT**, IRSTEA  
La microrobotique, les microrobots : des systèmes interactifs pour les petites échelles  
**Stéphane RÉGNIER**, UPMC  
Robotique médicale. Comprendre hier et aujourd'hui pour mieux préparer demain  
**Jocelyne TROCCAZ**, Equipe GMCAO - Laboratoire TIMC-IMAG  
Robotex, un réseau national de plateformes d'excellence en robotique au service de la recherche française  
**Michel De MATHELIN**, Télécom Physique Strasbourg
- 14:30** Questions et discussion avec les participants

- 15:10**      **Les PME et les start-up du domaine : 6 exposés par des industriels, en particulier PME et Start-up qui développent des robots ou des éléments de robots, sur ce qu'ils sont aujourd'hui, et quelles sont les perspectives, les difficultés, les blocages rencontrés (Président de séance : [Alain CADIX](#)**
- L'Homme au cœur de l'usine  
[Jérémy PEDROS](#), ACTEMIUM Toulouse
- Systèmes de robots mobiles industriels : AGVs, nouveaux usages et perspectives  
[Jean-Luc THOMÉ](#), BA Systèmes, Rennes
- La robotique d'assistance pour personnes fragilisées : un enjeu sociétal et une opportunité pour la France  
[Vincent DUPOURQUE](#), ROBOSOFT, Bidart
- Des robots dans les champs  
[Gaetan SÉVERAC](#), NAI0 Technologies, Toulouse
- Amélioration du positionnement absolu des robots à l'aide de capteurs externes  
[Vincent MAGIMEL-PELONNIER](#), Composites Adour, Bayonne
- La robotique au service de la libération de l'homme  
[Fabien BARDINET](#), BALYO, Moissy-Cramayel
- 16:10**      Discussion avec les participants
- 17:00**      Synthèse - Conclusions  
[Jean-Paul LAUMOND](#), Membre de l'Académie des technologies  
Echanges avec les participants sur ces conclusions
- 17:30**      **Cocktail**



# Participants confirmés

## ***Chercheurs invités :***

Bernard BAYLE, Michel BIDOIT, Raja CHATILA, Christine CHEVALLEREAU, Philippe CINQUIN, Jean-Yves FOURQUET, Philippe FRAISSE, Olivier GIBARU, Philippe MARTINET, Jean-Pierre MERLET, Guillaume MOREL, Pierre-Yves OUDEYER, Wildrid PERRUQUETTI, Nicolas PETTI, Philippe POIGNET, Philippe SOUÈRES, Catherine TESSIER, Stéphane VIOLLET, Philippe WENGER

## ***Académie des sciences et/ou Académie des technologies :***

Nicholas AYACHE, Gérard BERRY, Alain BERTHOZ, Alain CADIX, Sébastien CANDEL, Philippe COIFFET, Jean-Michel CORON, Alain COSTES, Patrick FLANDRIN, Abderrahmane KHEDDAR, Jean-Paul LAUMOND, Odile MACCHI, Jean-Pierre MAREC, Paul PARNIÈRE, Dominique PECCOUD, Marc PÉLEGRIN, Pierre PERRIER, Olivier PIRONNEAU, Didier ROUX, Erich SPITZ, Pierre SUQUET, Jean-Paul TEYSSANDIER, Serge TISSERON, Roland VARDANEGA, Thierry WEIL

## ***Industriels non orateurs :***

Rodolphe GELIN (ALDEBARAN), Laurent LATORSE (AIROD-Technologies/ROBOTICS PLACE), Fabrice ROBERT (SOGETI High Tech), Frédéric BOCHU, Alain COUTROT et Gioia VENTURINI (SAFRAN)

## ***Fonds d'investissements :***

Bernard DAUGERAS, Bruno BONNELL (ROBOLUTION)

## ***Représentants de syndicats professionnels et autres :***

SYMOP  
SYROBO





## **Nahid ARMANDE**

### ***Les défis de la robotisation de l'industrie automobile du futur***

La robotique industrielle est née et a progressé pour faire face aux exigences de performance et de coût de l'industrie automobile. Et comme par le passé l'usine automobile du futur sera un des principaux berceaux des progrès de la robotique. Le déploiement des nouvelles technologies au sein d'une usine est accompagné d'un certain nombre de grands défis à relever, tant technologiques, humains que sociétaux. L'un des concepts majeurs qui modifiera radicalement le visage de nos ateliers de montage final et de l'assemblage mécanique, tout en apportant de la productivité et de l'attractivité de l'emploi, est la robotique collaborative ou la cobotique. Leur déploiement dans les usines automobile ne sera une réussite qu'à condition de permettre un échange fluide entre les opérateurs et les robots mais aussi un contrôle total de l'homme sur le robot. Ces cobots de taille humaine, simples à installer, à déplacer, à programmer et à exploiter doivent être acceptés par les opérateurs en tant qu'outil ou assistance, permettant ainsi d'améliorer la qualité de leur travail et aussi leurs conditions de travail.



## **Marc ALOCHET**

### ***Pour une automatisation pérenne***

L'usine automobile du futur s'inscrit dans un contexte exigeant. Elle doit fabriquer des produits conformes aux exigences réglementaires, personnalisés, connectés et autonomes ainsi que de haute qualité. L'automatisation du processus de fabrication et de contrôle est une des réponses technologiques à ces enjeux. Pour satisfaire les objectifs de compétitivité industrielle, l'automatisation doit avoir une bonne rentabilité et être pérenne. La standardisation, la conception modulaire du produit apportent la flexibilité nécessaire pour atteindre cet objectif, mais il faut aussi piloter les évolutions du système automatisé dans le temps. Les capacités d'auto apprentissage, de maintenance efficiente d'un système sont aussi des conditions impératives de réussite de l'automatisation.



## **Christian JARISCH**

### ***Le rôle de la robotique industrielle et de la robotique de service dans le domaine alimentaire***

La robotique industrielle a fait son entrée chez Nestlé il y a quelques années, principalement dans le domaine de la logistique et du conditionnement. Les robots permettent de simplifier et fiabiliser les dernières étapes dans la chaîne de production de produits alimentaires complexes, tels que des capsules de boisson ou des chocolats, ou plus généralement des produits à forte valeur ajoutée. Les processus de production de produits alimentaires se basent toujours très fortement sur les lignes de remplissage et sellage traditionnelles. La tendance de plus en plus marquée à la personnalisation des produits va certainement augmenter les besoins en solutions robotiques dans le futur. Nestlé a aussi entrepris quelques initiatives dans le domaine de la robotique de service, entre autres un projet de recherche d'un robot serveur de café ou encore la mise en place de robots vendeurs de machines à café au Japon.



## Nicolas CHEVASSUS

### *Aéronautique*

L'automatisation de la production aéronautique a été longtemps le domaine privilégié des machines spéciales. Les robots industriels sont apparus d'abord pour la production d'aérostructures de taille petite ou moyenne mais différentes difficultés combinées ont limité leur emploi. Elles ont trait à l'élanement limité des robots et à leur manque de précision en regard des exigences aéronautiques ainsi qu'à leur emploi restreint au sein d'enceintes fermées nécessaires pour garantir la sécurité des opérateurs. De plus, les coûts des cellules robotiques associés à une productivité limitée par rapport aux machines spéciales ou à celle des opérateurs ont rendu les résultats des calculs d'investissement peu attrayants. Un point important, qui n'est pas complètement résolu aujourd'hui, pour l'amélioration de la productivité des lignes de production aéronautiques concerne la mise en œuvre de techniques qui permettraient de faire travailler dans le même environnement simultanément plusieurs robots en colocalisation avec des opérateurs. La mise en œuvre d'une robotique non seulement plus collaborative mais aussi plus légère pour être compatible avec la résistance des planchers avions permettra également d'étendre l'usage de la robotique aux opérations qui s'effectuent à l'intérieur du fuselage. Enfin, des travaux de recherche en cours avec le CNRS (collaboration franco-japonaise avec l'AIST) permettront d'évaluer la capacité des robots humanoïdes à effectuer des tâches inconfortables, pénibles ou dangereuses pour les opérateurs de production aéronautique.



## Serge TISSERON

### *Quelle éthique pour les robots ?*

Les problèmes éthiques liés aux robots sont à la fois communs et spécifiques à chaque catégorie. Parmi les problèmes communs à tous, les plus préoccupants sont les menaces à court terme sur les emplois et le risque d'atteinte à la vie privée des utilisateurs par une capture implicite, et plus seulement explicite, de l'ensemble de leurs données personnelles. Parmi les problèmes spécifiques, les robots dotés d'émotions et d'empathie artificielle sont porteurs de risques à la mesure des services qu'ils vont offrir. À chacun d'entre eux correspondent des remèdes qui engagent à la fois les standards de fabrication des robots et leurs conditions d'utilisation.



## Nathalie NEVEJANS

### *La sécurité en robotique, un enjeu de l'acceptabilité des robots*

La sécurité en robotique est essentielle pour répondre à la question de l'acceptabilité des robots et encourager le développement de la robotique en France. Or, le problème présente de multiples facettes selon qu'il est abordé sous l'angle de la sécurité en robotique industrielle, en robotique de services, ou en robotique chirurgicale.



## **Jean-Paul TEYSSANDIER**

### ***Les robots dans le BTP***

Le BTP est un domaine industriel assez spécifique qui se caractérise par des implantations non fixes et la faible répétition des tâches. On conçoit dès lors que la robotisation y présente des problèmes bien particuliers, à la fois complexes et variés. On peut à ce jour distinguer trois types de robots qui commencent à y émerger : les exosquelettes ou cobots, les robots mono-tâches et les robots d'impression 3D. Pour chacun de ces types se posent des problèmes spécifiques d'interaction homme-machine qui méritent examen.



## **François PIERROT**

### ***Robotique industrielle***

La France est dans une position singulière : son système industriel et économique est largement développé et pourtant les robots sont relativement peu présents dans ses entreprises. Cette singularité ne peut s'expliquer par des considérations scientifiques ou techniques mais bien plutôt par un contexte économique global particulier. Toutefois un rebond est sans doute possible, dans une période où les robots continuent à progresser d'abord sur le plan de la performance pure (vitesse ; rigidité ; capacité de charge ; précision), mais également dans leurs capacités nouvelles à interagir ou à collaborer avec des opérateurs. Naturellement riches en capteurs, ils pourront enfin être demain au coeur de des stratégies industrielles fondées sur les données.



## **Philippe BONNIFAIT**

### ***Systèmes robotiques autonomes pour la mobilité et le transport des personnes***

Le domaine des véhicules autonomes a connu des évolutions majeures depuis une dizaine d'années. Les ministres des transports des 28 Etats membres de l'UE ont signé le 14 avril 2016 la Déclaration d'Amsterdam, signifiant ainsi leur engagement de travailler à l'élaboration de règles et standards communs pour permettre la circulation des véhicules autonomes sur les routes européennes. Cependant, le passage du « véhicule intelligent » (capable d'aider le conducteur dans sa tâche de conduite) au « véhicule autonome » doté de capacités d'autonomie décisionnelle pose encore de nombreux défis technologiques et scientifiques. Cet exposé présentera les principaux paradigmes d'études actuellement envisagés et quelques-uns des principaux verrous à lever.



## **Michel BERDUCAT**

### ***Robotique agricole : des opportunités mais de nombreux challenges à relever***

L'accélération du développement de la robotique agricole constitue une des recommandations de la Mission « Innovation Agriculture 2025 » réalisée à la demande de plusieurs ministères et présentée fin 2015-début 2016. La robotique constitue en effet une voie technologique de rupture pour permettre le changement des pratiques agricoles conciliant les dimensions économique, sociale et environnementale. La présentation s'attachera à souligner ces opportunités tout en insistant sur de nombreux challenges qu'il reste à relever par la Recherche et tous les autres acteurs de la chaîne de valeur pour améliorer les performances des solutions robotisées au service de l'Agriculture.



## **Stéphane RÉGNIER**

### ***La microrobotique, les microrobots : des systèmes interactifs pour les petites échelles***

Cette présentation propose les différents enjeux de la microrobotique, les effets physiques, la réduction d'échelle, la vision,... . Ensuite, différents exemples seront montrés comme les systèmes de micromanipulation d'objets artificiels ou biologiques, les microrobots autonomes, les capteurs spécifiques et les interfaces pour interagir de façon ressentie avec le micromonde. La deuxième partie de cette présentation s'attachera à définir les différents défis et décrira les nombreuses perspectives apportées par la microrobotique.



## **Jocelyne TROCCAZ**

### ***Robotique médicale***

#### ***Comprendre hier et aujourd'hui pour mieux préparer demain***

A la croisée des chemins de l'informatique et de la médecine, les « Gestes Médico-Chirurgicaux Assistés par Ordinateur », discipline trentenaire, ont accompagné les évolutions médico-chirurgicales telles que le passage au mini-invasif ou l'émergence de thérapies focales. De nombreux résultats issus de ces recherches sont désormais intégrés dans des outils utilisés en routine clinique ; d'autres sont en préparation dans les laboratoires et les hôpitaux. La robotique médicale, au cœur de ses travaux, a évolué avec les applications cliniques concernées tant en termes d'architectures robotiques et d'échelles que de niveau d'intégration ou de modalités de contrôle et d'interaction. Il y a foison de travaux mais le panorama industriel est complexe et les robots médico-chirurgicaux commerciaux sont finalement relativement peu nombreux. Nous essayerons de mettre en évidence quelques pistes de réflexion pour mieux comprendre ce qui résiste à la diffusion clinique. Nous essayerons également de nous projeter dans la médecine de demain puisque ce que sera notre discipline dans les prochaines décennies et nous montrerons qu'elle est intimement liée aux évolutions médicales.



## **Michel De MATHELIN**

### ***Robotex, un réseau national de plateformes d'excellence en robotique au service de la recherche française***

L'Equipex ROBOTEX est le réseau national des plates-formes expérimentales de robotique qui s'appuie sur 27 équipes dans 15 laboratoires de recherche organisés en 5 sous-réseaux thématiques :

Robotique humanoïde et interactions naturelles, Robotique médicale, Robotique mobile terrestre et aérienne, Micro et nano robotique et Robotique de production. Plus de 500 chercheurs et ingénieurs utilisent les moyens de ces plateformes pour leurs projets de recherche, mais aussi pour réaliser des projets collaboratifs avec de nombreux partenaires industriels du domaine de la robotique.



## **Jérémie PÉDROS**

### ***L'Homme au cœur de l'usine***

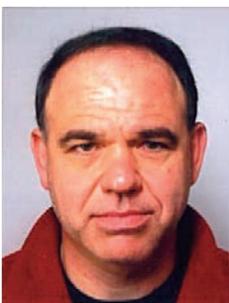
L'usine du futur, ou industrie 4.0, se perçoit souvent comme une usine technologique. Pourtant l'industrie 3.0 était déjà dans cette approche et en particulier dans un développement de l'automatisation et de la robotisation des productions. Alors qu'est-ce qui différencie cette nouvelle approche de l'industrie 4.0. Est-ce seulement une nouvelle évolution technique, portée par le développement du numérique ? Certainement pas. L'idée cœur de cette nouvelle approche est de remettre l'Homme au cœur de l'usine. La robotique et en particulier l'approche de "cobotique" est une des briques techniques qui participeront à la construction de cette nouvelle usine.



## **Jean-Luc THOMÉ**

### ***Systèmes de robots mobiles industriels : AGVs, nouveaux usages et perspectives***

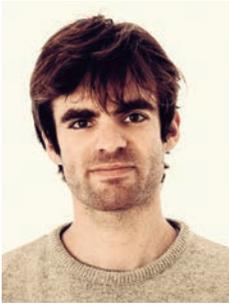
BA Systèmes, PME bretonne de 200 personnes, conçoit, fabrique et maintient des systèmes de robotique mobile industriels avec AGV pour des applications en logistique et en production. Depuis 10 ans, l'entreprise développe de nouveaux robots pour de usages originaux (médical, portuaire...). Cette diversification repose sur des développements menés en open innovation. La présentation portera sur cette ambidextrie entre les activités industrielles et de diversification, sur les nombreuses perspectives d'application des AGV et sur les points de tensions relatifs à l'adressage de nouveaux marchés.



## **Vincent DUPOURQUE**

### ***La robotique d'assistance pour personnes fragilisées : un enjeu sociétal et une opportunité pour la France***

La robotique représente aujourd'hui un gisement de développement économique considérable, encore faut-il trouver les secteurs d'activité à fort potentiel et prêts à introduire des innovations de rupture améliorant les usages et l'organisation quotidienne du travail. Le domaine de la santé, et en particulier celui de l'assistance physique et cognitive aux personnes fragilisées quels que soient leur lieu de vie et leur âge, et l'aide aux aidants institutionnels et familiaux, est une opportunité à saisir par la France : grâce à son système de santé solidaire, son écosystème structuré et sous l'impulsion du monde mutualiste, le projet Kompaï, qui aborde sa phase de pré-déploiement, dispose de tous les atouts pour contribuer au développement de la robotique Française.



## **Gaetan SÉVERAC**

### ***Des robots dans les champs***

Des robots dans les champs c'est possible et ça existe même !

Des vrais outils « autonomes » (dans certaines conditions !) que n'importe quel agriculteur (bien formé !) peut utiliser sans risque pour lui (ça c'est vrai et inconditionnel) et ses cultures (la plus part du temps quand même : oui !).

Vous l'aurez compris le robotique agricole en environnement ouvert se développe, avec déjà de belles réussites, mais aussi et encore de beaux défis. Je présenterai ici les retours d'expériences de Naïo Technologies sur ces sujets.



## **Vincent MAGIMEL-PELONNIER**

### ***Amélioration du positionnement absolu des robots à l'aide de capteurs externes***

La précision absolue de positionnement des robots a toujours été un problème limitant leur usage pour certaines tâches. Il existe des types de robots pour lesquels l'amélioration de cette précision peut assez facilement passer par une meilleure construction mécanique, des modèles mathématiques plus évolués de leur cinématique et de leur commande, par de meilleurs asservissements, et ces améliorations contribuent aussi bien sûr à une bonne répétabilité de positionnement, mais dans le cas des robots 6 axes, très employés dans de nombreux secteurs, ces améliorations trouvent aujourd'hui rapidement leurs limites hors de certaines conditions précises de leur usage. Cependant, le développement d'outils de mesure de plus en plus performants de la position d'un objet dans l'espace permet depuis quelques temps d'envisager de prendre le problème à l'envers et d'assurer que l'outil d'un robot est bien à l'endroit où il doit être à la précision de mesure près. Ceci ouvre pour ces robots de nouvelles perspectives d'utilisation dans des domaines dont ils étaient jusqu'alors exclus.



## **Fabien BARDINET**

### ***La robotique au service de la libération de l'homme***

A l'aube de la prochaine grande révolution industrielle, la robotique inquiète. L'avènement programmé des robots demeure, dans la conscience collective, synonyme de destruction d'emplois et de chômage de masse.

L'histoire nous a pourtant prouvé le contraire : les grandes innovations technologiques ont libéré l'homme des tâches pénibles et révolutionné les systèmes productifs.

Bien plus encore, la robotique peut nous permettre de redessiner notre modèle économique et social...Réjouissons-nous !

© Fondation del duca/ Fotolia\_65895205/ 89398304/  
993262571/ 99648697

