

Journée GDR Robotique

Systèmes multi-robots et systèmes humains-robots: coopération, contrôle et rôle des opérateurs

« Robots et collaborations: technologies avancées pour des applications industrielles. »



ONERA

Lundi 24 janvier 2011

Toulouse

Guillaume Pérolle / guillaume.perolle@tecnalia.com / +33 (0) 623 49 81 87

- Tecnalia
- Unité de Systèmes Industriels
- Les robots dans l'industrie
- De nouveaux besoins
- Quelques exemples
- Questions ouvertes



TECNALIA

Notre Organisation

- **Centre Technologique de Recherche et Développement**
- **Privé à But Non Lucratif**
- **Lien entre la Recherche Fondamentale (Labos et Universités publiques) et l'Application Industrielle (Entreprises)**
- *Notre mission est de contribuer au développement entrepreneurial et social, par la mise au point et le transfert de technologie à nos clients industriels.*

Laboratoires et Universités Publiques

- Subventionnés à 100%
- Recherche fondamentale
- Horizon 10 ans
- Production Scientifique

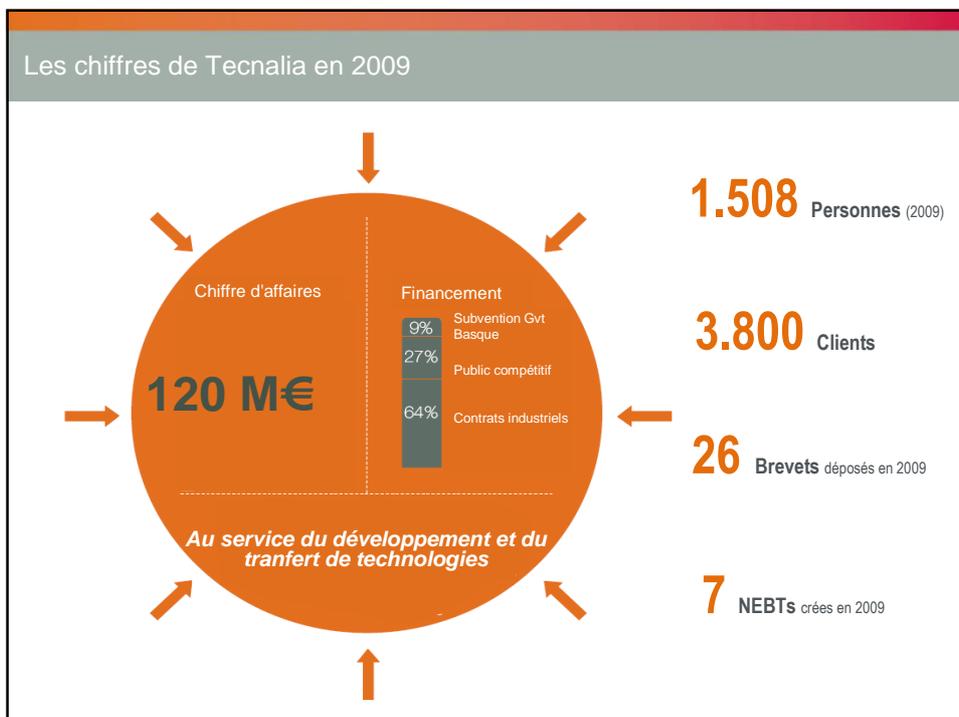
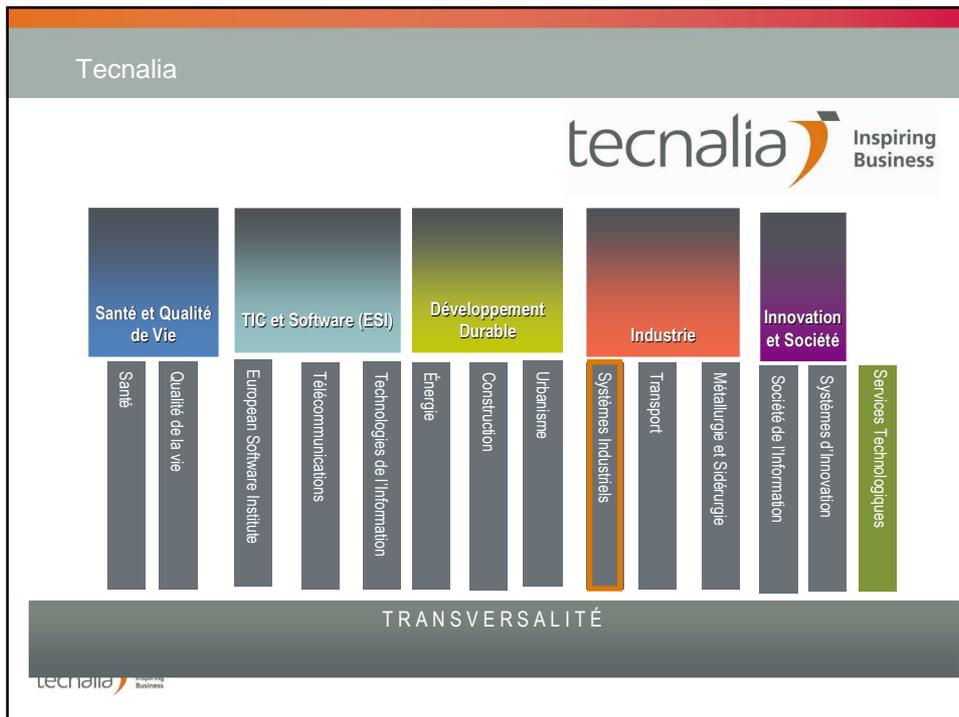
TECNALIA

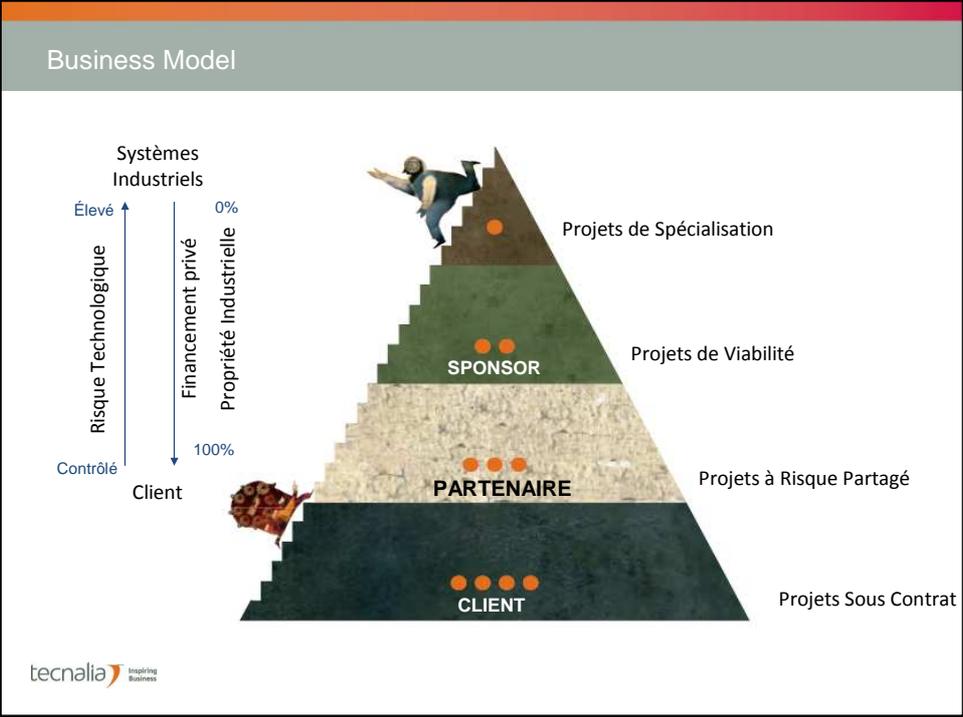
- Privé – Non lucratif
- Développement et Transfert de technologie
- Horizon 2 à 5 ans
- Impact compétitivité clients

Entreprises

- Concurrence et marchés
- Produits et services
- Horizon 2 à 3 ans
- Bénéfice







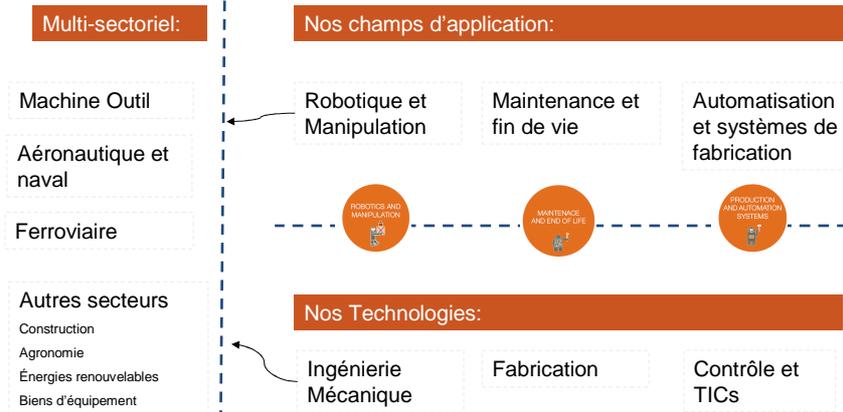
Systèmes Industriels



Systèmes Industriels
l'Unité de Tecnia spécialisée dans le développement de
moyens de conception, fabrication, maintenance et fin de vie de produits et services industriels,
au service de la compétitivité des entreprises.

140 personnes / 9M€ CA

Notre activité En Résumé



Où sommes nous?

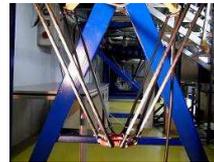


Systèmes Industriels à Saint Sébastien (Espagne) et à Montpellier



Tecnalia France

- Technologie principale: **Robotique**
- En étroite collaboration avec le **LIRMM**, Laboratoire de Robotique du CNRS
- Développant des collaborations avec ENSAM, IRCCyN, INRIA, LAAS...



- Bureau créé en 2005. Fatronik France SAS fin 2007 à Montpellier. Tecnalia France SAS 1er janvier 2011
- Aujourd'hui 12 personnes (dont 4 Ingénieurs Docteurs, 5 Thésards, 1 post-doc)



Nos domaines et réalisations

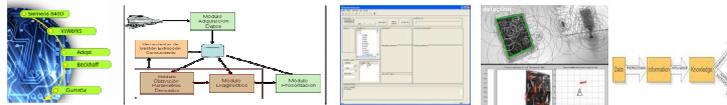
Machines spéciales et Innovantes / PKM



Robotique Spéciale
Solutions mobiles et portables



Contrôle et TICS



Procédés Industriels



tecnalia  Inspiring Business

LES ROBOTS DANS L'INDUSTRIE

tecnalia  Inspiring Business

Un objectif de réduction de coût

La robotique industrielle a traditionnellement été motivée par:

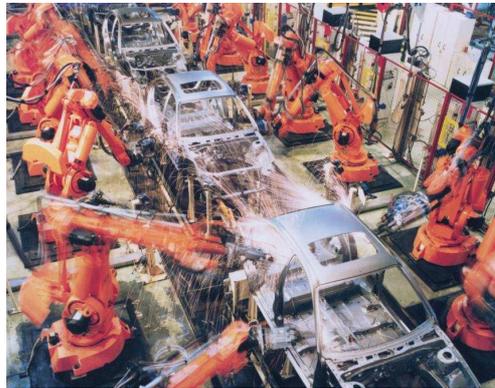
- des productions à la chaîne
- des grandes séries
- des tâches très répétitives

Elle offre:

- répétabilité et qualité
- sécurité
- fiabilité
- une amélioration des conditions de travail (peinture, soudage...)

Mais:

- un très lourd investissement de départ
- une flexibilité très relative: de l'outil, pas de l'installation



© ABB

Sur des tâches de plus en plus complexes

Au fil des ans, la robotisation a gagné de nouvelles applications et secteurs, vers des opérations et des procédés de plus en plus complexes. Y compris pour des séries moyennes. La principale motivation, plus que la réduction de coût, est la répétabilité et la qualité des opérations.

Leur automatisation est risquée, coûteuse et sophistiquée. L'opérateur humain se rapproche des robots, on demande une flexibilité accrue aux équipements, mais les espaces sont toujours clairement séparés → sécurité.



© Kuka / Stork Fokker



© Eurocopter



© Kuka / Airbus Stade



© Coriolis Composites



Vers l'usine reconfigurable

Le rêve de Boeing quand à son outil de production:

« Un jour un fuselage, le lendemain une aile: même lieu, même outil de production: flexible, reconfigurable. »

Conférence AMAF 2008, Session Plénière: Mr. Frank DOERNER (Vice-Président et Responsable des technologies de fabrication et de support Structures) ; Boeing Phantom Works

Technologies clés:

- L'Homme dans la boucle
- Robotique portable
- Robotique Autonome
- Collaborations multi-robots
- Outils Intelligents
- RFID
- Systèmes de projection laser
- GPS Indoor
- Modèles solides 3D

Concepts et approches:

- Open Architecture et Plug&Play
- Évolutif
- Espace réduit dans l'usine
- Solutions mobiles
- Solutions plus vertes
- Moins d'investissements
- Production flexible et reconfigurable
- Grande précision, contrôle et qualité



© BOEING



1 élément de réponse: la collaboration Robot/Robot – Opérateur/Robot

DE NOUVEAUX BESOINS

Un besoin de société

La société évolue, de nouvelles exigences apparaissent, de nouvelles sensibilités doivent être tenues en compte... Le monde de la production industrielle n'échappe pas à cette règle et doit s'adapter. Nouvelles lois, nouvelles attentes des employés, force des syndicats, nouvelles réalités socio-économiques d'un monde qui bouge et qui change...

- une demande de produits de plus en plus **personnalisés**, vers des séries plus courtes;
- un besoin de **modularité et de flexibilité** accrue;
- la santé au travail et l'importance des **TMS**
- des **personnes plus âgées** qui doivent pouvoir travailler sur un maximum de postes;
- des notions de **pénibilité au travail** de plus en plus présentes;
- un emploi **mixte** sur tous les postes de travail et tous les secteurs;
- un **maintien des emplois** locaux, et même une certaine tendance à la relocalisation pour répondre à délais, réactivité, qualité... sans pour autant perdre en compétitivité;
- toujours une forte **pression concurrentielle**;

Une réalité industrielle qui évolue

Motivée par les changements socio-économiques, l'industrie se doit d'être réactive, d'évoluer, de répondre à de nouvelles attentes... Ce qui passe forcément par une évolution, un adaptation de ses outils et méthodes de fabrication.



- besoin d'un outil plus **flexible et reconfigurable** pour répondre à la demande de personnalisation
- développement du concept de **cellule semi-automatisée**
- semi-automatisation d'opérations jusque là totalement manuelles (parties molles, montages complexes, précisions, mouvements flexibles)
- **réduction de l'espace** utilisé en usine
- **réduction des investissements** de départ, amélioration du payback
- réduire l'incidence des **TMS**
- adapter les postes **physiquement durs** (moins de rotations)



Vers la collaboration Robot/Robot et Homme/Robot comme élément de réponse

Différents degrés d'implémentation

L'interaction sporadique

→ Chaque robot, ou l'opérateur et le robot, réalisent des tâches indépendantes, chacun de leur côté. À un moment donné du cycle, les deux partagent l'espace de travail sur une action déterminée.

L'interaction intermittente

→ Chaque robot, ou l'opérateur et le robot, réalisent des tâches indépendantes, mais partagent le même espace de travail. De plus, au cours du cycle, ils travaillent conjointement sur une même tâche.

L'interaction continue

→ Les deux robots, ou l'opérateur et le robot, réalisent la même tâche en continu.

Boîte à outil:

Systèmes de chargement / déchargement ; barrières et aménagements actifs ; programmation avec modes sûrs en attente ou invasion de l'espace de travail ; sécurité extrinsèque avec contrôle et supervision Safe (Kuka, Fanuc, ABB) ; solution intrinsèquement sûres (Kuka LW) ; rajout d'une couche Middleware intégrant la sécurité, etc...

Des solutions existantes ou en cours



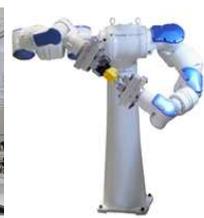
© Mode Safe FANUC



© KUKA LW



© MOTOMAN SDA



© KAWADA NEXTAGE



© COBOTIQUE CEA LIST



© ROS Middleware WILLOW GARAGE

- + Capteurs de perception
- + Actionneurs et interactions
- + Contrôle et Sécurité

Problématiques soulevées

Les problématiques soulevées par les applications collaboratives sont nombreuses, en vrac:

- **séparation des tâches** pour optimiser au maximum les compétences des différentes ressources;
- complexité de **l'intégration** (coût et retour sur investissement, robustesse, maintenabilité...)
- besoins d'une certaine **standardisation**
- besoin de **modularité**, réutilisation de modules et développements
- facilité de **programmation**, intégration, installation, mise en œuvre
- problématiques de **formations**
- problématiques de **normes**
- **acceptabilité** de la part des opérateurs

QUELQUES EXEMPLES

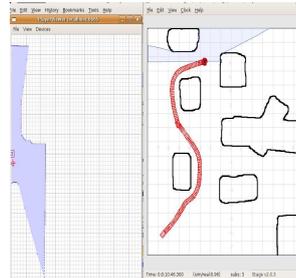
Solutions mobiles avec des personnes

Machine mobile autonome pour nettoyage industriel



- 1)- Un degré d'**interaction sporadique**: la machine est programmée, mais elle est capable de détecter des personnes, de s'arrêter, éventuellement de modifier sa route pour éviter les personnes.
- 2)- Un degré d'**interaction continue**: programmation du parcours par apprentissage. Contrôle de l'apprentissage du parcours, localisation, évitement d'obstacles.
- 3)- **Approche multirobots**.

Des solutions de capteurs simples (laser), un contrôle intégrant l'apprentissage, un degré d'intelligence, des problématiques de fusion de données, une acceptation de la part des opérateurs.

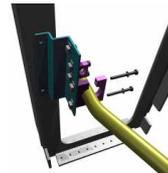
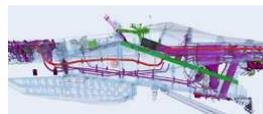
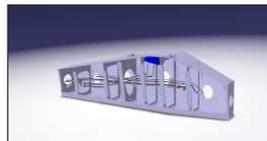


Manipulations complexes

Coopération Homme Robot pour montages complexes

Montages complexes de tuyauteries, câbles, fixations dans un mât de réacteur. Mauvaise accessibilité, criticité des opérations, positions non ergonomiques pour l'opérateur.

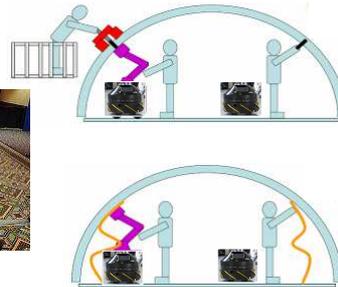
Développement d'une approche collaborative opérateur / robot pour le guidage et montage des éléments + outils de réalité augmentée pour assister l'opérateur.



Travail collaboratif I

Développement de travaux collaboratifs en mobilité

- Partage de l'espace de travail entre le robot et les opérateurs, avec mobilité du robot.
- Collaboration opérateur / robot sur des opérations de perçage.
- Maximiser la complémentarité des ressources: connaissances, intelligences, flexibilité d'un opérateur humain avec force, répétabilité, fiabilité du robot.
- Mise en avant des problématiques de la sécurité de ces contextes.



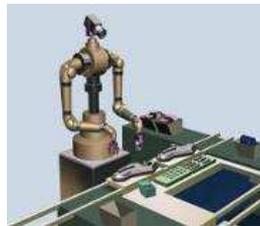
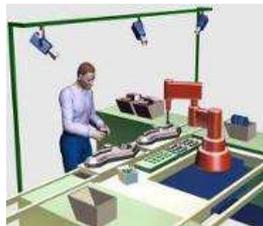
tecnalia Inspiring Business

© EADS IW – TECNALIA
Projet PISA

Travail collaboratif II

Développement de travaux collaboratifs pour des montages complexes

- Partage de l'espace de travail entre le robot et les opérateurs, avec mobilité du robot.
- Collaboration robot / robot et opérateur / robot sur des opérations de montage.
- L'approche robot / robot avec un bras comme outillage flexible, l'autre réalisant l'opération.
- Maximiser la complémentarité des ressources: connaissances, intelligences, flexibilité d'un opérateur humain avec force, répétabilité, fiabilité du robot.
- Mise en avant des problématiques de la sécurité de ces contextes.
- Criticité du temps de cycle



tecnalia Inspiring Business

Réalité Augmentée

Assistance de l'opérateur par réalité augmentée

- assistance de l'opérateur pour des tâches complexes, guide
 - contrôles de sécurité et suivi de procédures
 - formation
- © DARPA - Defense Advanced Research Projects Agency
- solution HMD (head mounted display) qui superpose des images et informations virtuelles sur la réalité vue par l'opérateur.



© DARPA – Defense Advanced Research Projects Agency

QUESTIONS OUVERTES

Sujets de discussions / Collaborations

- **Flexibilité VS Spécialisation** du moyen VS **Coût**: recherche du bon compromis entre flexibilité / re-configuration (souvent associé à complexité et moindre spécialisation) et efficacité d'un moyen spécialisé.
- Co-travail Homme-Robot : est-ce intéressant dans l'industrie hormis quelques **applications de niche** ?
- **Réglementations et normes** autour du co-travail Homme-Robot.
- Le challenge de la **perception de l'environnement** : robuste, sûr, rentable, modulaire.
- **Architecture et contrôle** : est-il possible de parler de standardisation ? Serait-ce une bonne chose ? Vers une interopérabilité des différentes solutions?
- **Middleware Open Source** : comment unifier développements en Open Source avec les besoins de garantie de qualité et la logique de vente/bénéfice de l'industrie ?

PROCHAIN SÉMINAIRE

Proposition du prochain sujet de séminaire

Proposition de sujet pour le prochain séminaire organisé conjointement entre GTs et Club des Partenaires:

« LE CHALLENGE INDUSTRIEL DES GRANDS VOLUMES DE TRAVAIL »

Répond à de nombreuses problématiques industrielles de nombreux secteurs: aéronautique, grandes installations, sidérurgie/fonderie, énergie, construction et infrastructures, naval, ferroviaire, etc...

Différentes approches:

- machines spéciales de grande dimension,
- plateformes industrielles mobiles,
- robotique crawler,
- robotique à câbles...

Des challenges technologiques et scientifiques passionnants: mobilité, référencement, rigidité et précision, conception mécanique, dynamique, contrôle, etc...



Appel à expression d'intérêts de la part des industriels, scientifiques, GTs pour s'associer à cette manifestation

tecnalia Inspiring Business

www.tecnalia.com

**MERCI POUR VOTRE
ATTENTION!!**

tecnalia Inspiring Business

Guillaume Pérolle / guillaume.perolle@tecnalia.com / +33 (0) 623 49 81 87