

L'assistance à la personne : la place de la robotique mobile

François Pasteau, Marie Babel

INSA Rennes

13 décembre 2013

Lagadic group

Inria Rennes Bretagne Atlantique & Irisa

<http://www.irisa.fr/lagadic>

Plan de l'exposé

- **Dépendance et handicap : quels besoins ?**
 - Données démographiques
 - L'aide technique et la place de la robotique : problématiques, usages et éthique
 - Les solutions robotiques d'aide commercialisées
 - La recherche à Inria : IPL PAL

- **L'assistance à la mobilité : un besoin fondamental**
 - Le fauteuil roulant, un outil pertinent
 - Asservissement visuel : un outil au service de la mobilité
 - Assistance au déplacement : autonomie ou semi-autonomie ?
 - Assistance à la conduite : le projet APASH

Qu'est-ce que la dépendance ?

- **Autonomie ou dépendance ?**
 - Autonomie : « capacité à réaliser seul des actes de la vie quotidienne dans l'environnement » [DREES 2013]
- **Perte d'autonomie**
 - Vieillesse, maladie chronique ou évolutive ou suite à un accident brutal
 - Difficultés à accomplir des actes mobilisant les fonctions motrices et/ou cognitives
 - **Limitations fonctionnelles et restrictions d'activité**
 - **Fatigabilité accrue**

Dépendance et handicap : population

- Un peu de démographie [INSEE 2013]
 - Personnes en situation de handicap
 - En France, entre 3,3 millions et 5 millions
 - Un adulte d'âge actif sur huit : limitations fonctionnelles physiques, mentales ou sensorielles
 - Personnes âgées
 - En 2013, près de 1/10 a au moins 75 ans
 - Dont 800 000 en situation de dépendance



Dépendance et handicap : population

- **Vieillesse** [DREES 2010]
 - Entre 60 et 79 ans : autonomes à 83%
 - 80 ans ou plus : 6/10 vivant à domicile sont relativement autonomes
- **Vieillesse** des personnes handicapées [DREES 2013]
 - Plus précoce que le reste de la population
 - Nouvelles déficiences
 - Surdité, c civit , réduction de la mobilité, dépression...
 - Dépend de la nature du handicap, de l'accompagnement...
 - Cumul de handicaps

Dépendance et handicap : économie

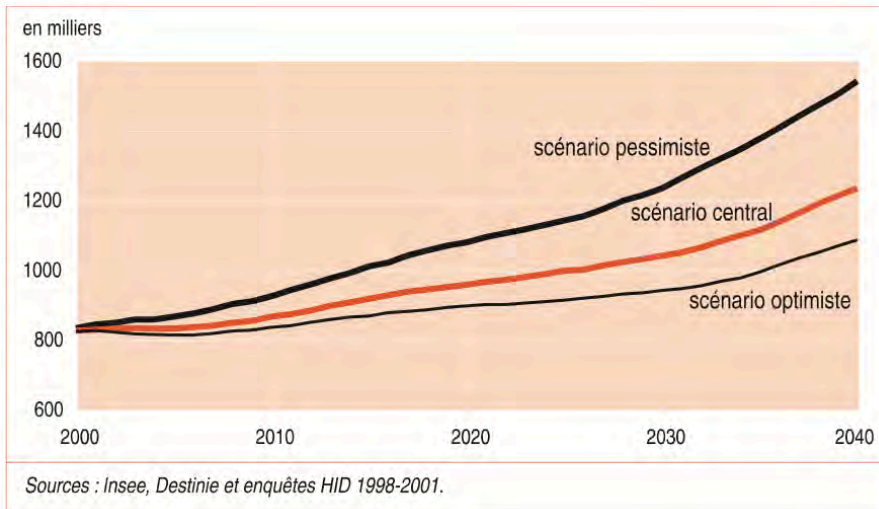
- Prestations sociales
 - Compensation de la perte d'autonomie : 45 milliards d'euros en 2007 [CNSA 2010]
- Hébergement et personnel qualifié
 - **Etablissement sociaux et médicaux-sociaux**
 - Foyer de vie, foyer d'hébergement pour travailleurs handicapés
 - Foyer d'accueil médicalisé, maison d'accueil spécialisée
 - MAPA, EHPAD, Hôpitaux...
 - **Maintien à domicile**
 - Accueils temporaires pour soulager les aidants
 - Auxiliaires de vie sociale

Les aidants : une population fragile

- Les aidants [HSA, DREES 2010]

- 4,3 millions de personnes aident régulièrement au moins un de leurs proches âgé de 60 ans ou plus à domicile
- 4 millions aident régulièrement un proche de moins de 60 ans
- Impact fort sur la **qualité de vie**

Évolution du nombre de personnes âgées dépendantes



Nombre moyen d'aidants potentiels (2000-2040)

Année	Hommes			Femmes		
	60-80 ans	80 ans et plus	Ensemble	60-80 ans	80 ans et plus	Ensemble
2000	3,0	2,6	2,8	2,7	1,9	2,2
2020	2,7	2,5	2,6	2,5	2,1	2,2
2040	2,3	2,3	2,3	2,3	2,0	2,0

Sources : Insee, Destinie (scénario central) et enquêtes HID 1998-2001.

Vivre en autonomie : les aides techniques

- Exemple : maintien à domicile
 - Un quart des personnes âgées de plus de 60 ans vivant à domicile ont recours à une **aide technique** ou ont un **logement aménagé** [DREES 2012]
- La place de l'aide technique
 - **Ne pas se substituer** aux aidants et aux personnels soignants
 - Recentrer les aidants sur leurs tâches d'accompagnement
 - Respecter la dignité des personnes
 - **Sécuriser les personnes**
 - **Lutter contre l'isolement**



Préalables éthiques et déontologiques

- Textes fondamentaux
 - **Convention internationale** des droits des personnes handicapées (ONU)
 - **Loi du 11 février 2005** : égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées
- Principes
 - Fonction du service : rendre les droits effectifs
 - Participation des personnes handicapées actrices de leur propre destinée
 - Prise en compte de l'angoisse des proches

Architecture de services

- Défis

- Acceptation

- Personnes dépendantes, aidants, personnel soignant...

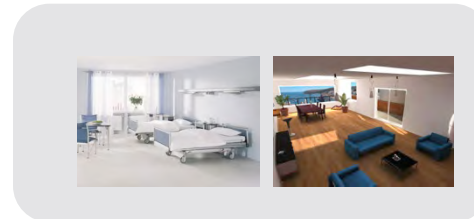
- Maîtrise des coûts

- Limiter l'aspect **invasif** des solutions apportées



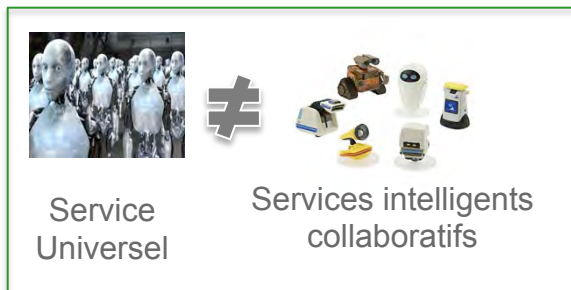
Personnes fragiles

- Personnes âgées
- Handicapés
- Aidants

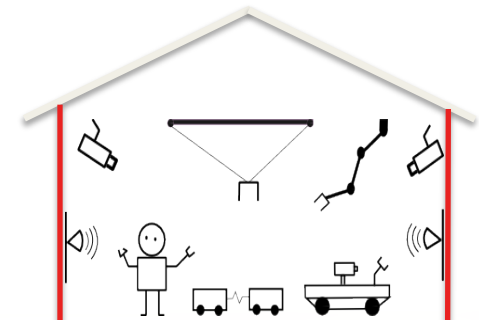


Environnement

- Domicile
- Ehpad
- Hôpital



Intégration des services
sur le lieu de vie



La place de la robotique

- Robotique d'assistance et de compensation
 - Réponse technologique au besoin d'autonomie
 - CENRob (Centre d'Expertise National en Robotique)



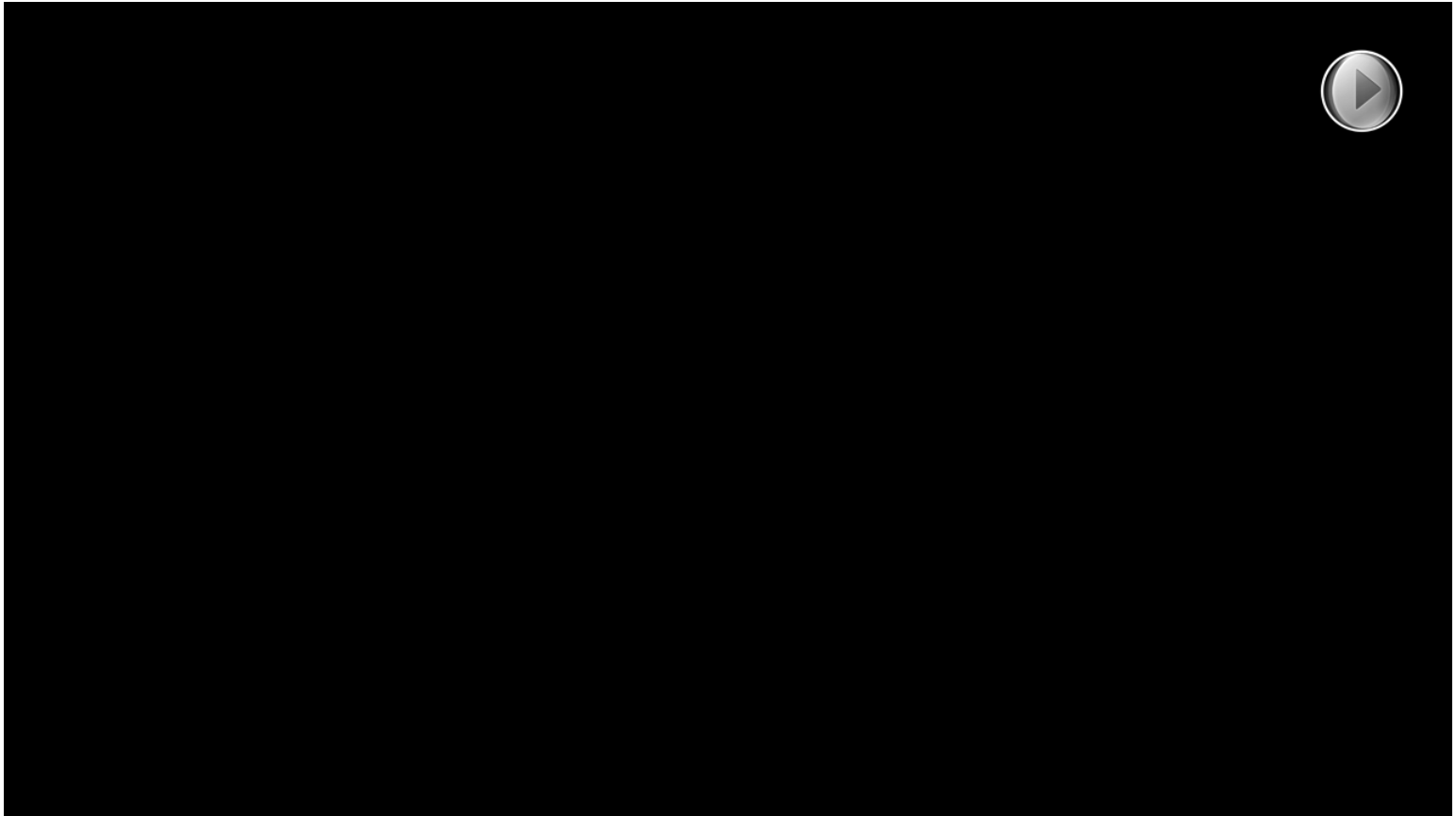
- Assistance à la manipulation (suppléance du membre supérieur)
- Assistance domestique (mono ou multi-tâches)
- Assistance relationnelle (robots compagnon, télésurveillance...)
- Assistance au déplacement
- Assistance à la rééducation



Produits robotiques commercialisés



- Suppléance du membre supérieur
 - Bras Jaco



Produits robotiques commercialisés

- Aide aux repas
 - Bestic



ergodiffusion

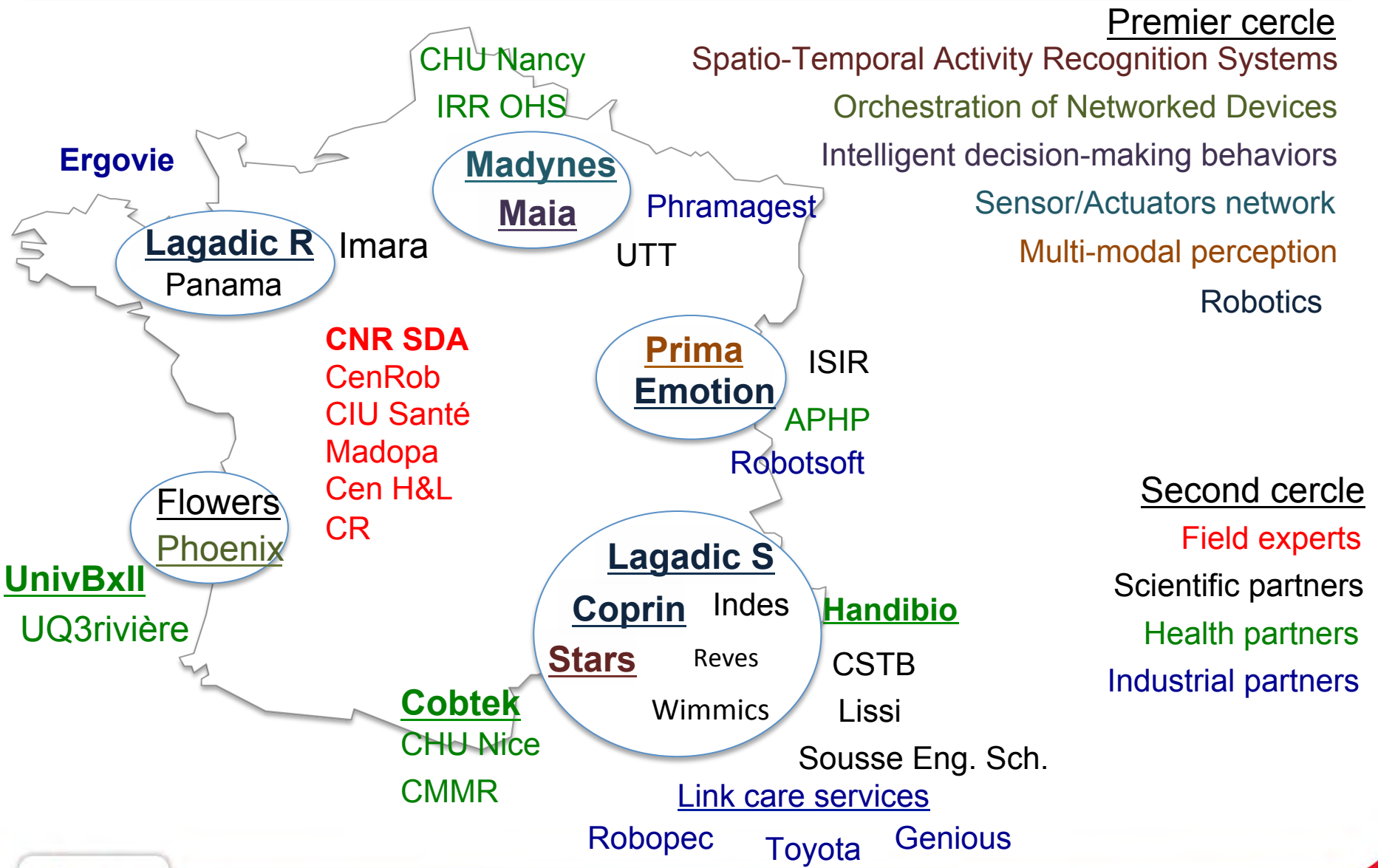
Concessionnaire de produits **haute technologie**

Et la recherche à Inria ?

- Inria Project Lab **Personally Assisted Living (PAL)**
 - Infrastructure de recherche
 - Projet national collaboratif
- Objet de PAL
 - Conception de **services** pour améliorer l'autonomie et la qualité de vie des personnes fragiles
 - Prise en compte des conventions sociales



IPL PAL : les équipes et partenaires



- Spécificités

- Multiples acteurs
- Expérimentations avec des humains
- Une économie naissante

La personne
Assureurs
Politiques
 Famille **Caisses**
 Financeurs

Pôle
Centres Relais
Centre Nät. de Réf.
Centres d'Expertise Nat.
 Living Lab

Fédérateurs

Professionnel de la santé
Dispositifs Médicaux
Electronique G. Public
 Artisan **Automobile** **Telecom** **Service à la personne**
 Pharmacien **Fab. Téléphone** **Domotique**
Electricien G. Public
 Service Informatique

Constructeurs, Distributeurs,
 Installateurs

Aidants
Famille **Ehpad**
La personne
Associations
 Maison de vie
 Utilisateurs

staps **Neurologie** **Gérontologie**
Médecine Générale
Santé publique
Médecine Hospitalière
 Psychologie **Gériatrie**
 kinésithérapie

Generative Programming
 Cognitive Assistance **Activity recognition**
 Design Language **wireless sensor network** Mechanical design
 gateway **Learning Perception Wheelchair** Data communication
Incertainties Sensor-based control Interoperability
 Cognitive aid **Tracking Interaction Mobility** Open Platform
Wireless network Safety Sensor fusion Interfaces Teaching Transfer device
middleware Localization Robotics Orchestration
 Navigation **Behavior Analysis** Stochastic Modeling
 Ergonomics QoS **People detection** Social constraints
 Signal Processing **Int. Transportation Sys**
 Attention based navigation
 Intention understanding
 Home automation network

Experts S&T

IPL PAL axes de recherche

État Physique

Évaluation de l'état de la personne

État cognitif

Savoir : Mesurer, Analyser, Comprendre

Mod. Biomécanique
musculo-squelettique

L'équilibre

La posture

La marche

Le comportement

L'activité

Contraintes
environnementales

Assistance à la mobilité

Contraintes
humaines

Faire : Commander, Naviguer, Manipuler

Objets

Environnements

Systèmes robotisés

Humains

• Environnement dynamique

• Attentions, Intentions

• Conventions sociales

Assistance à la mobilité

- Aide à la mobilité : un besoin ? [AP-HP 2013]
 - Un des 5 besoins fondamentaux des personnes âgées et/ou handicapées évoqués dans le rapport ALCIMED.
 - Se déplacer : autonomie, liberté, plaisir, lien social
 - Vieillesse : perte de la capacité à se déplacer
 - véritable entrée dans le « monde des vieux »
 - déprise spatiale
- Aides techniques à la mobilité
 - Les aides les plus utilisées : 14 % [DRESS 2012]
 - Personnes en situation de handicap
 - 1,8 million de personnes utilisent un fauteuil roulant à leur domicile

Fauteuil roulant

- Le fauteuil roulant, un outil pertinent ?



- Position assise : 50% à 70% du temps éveillé [Wilmot 2012]
- Au travail, en voiture, devant la télévision



Fauteuil roulant

- Le fauteuil roulant : le **véhicule urbain** de demain



Utiliser un fauteuil roulant

- Une tâche complexe
 - Capacités motrices et cognitives
 - Traitement des informations sensorielles
 - Capacités possiblement altérées
 - AVC, traumatisme, pathologie, vieillissement (neuro-dégénérescences...)
 - Séquelles motrices et neuro-motrices
- 3 niveaux de décision :
 - Niveau stratégique : trajet à réaliser
 - Niveau tactique (contrainte de temps faible) : ralentir, dépasser un obstacle
 - Niveau opératoire (contrainte de temps élevée) : décision prise à chaque instant (obstacle)

Utiliser un fauteuil roulant

- L'autonomie de déplacement : un enjeu sociétal
 - Dans toutes les situations
 - Pour le plaisir ou la vie quotidienne



Christophe Riti
Le rêve de Zébulon
<http://www.fredripert.com/docurdz.html>

Assistance et robotique mobile



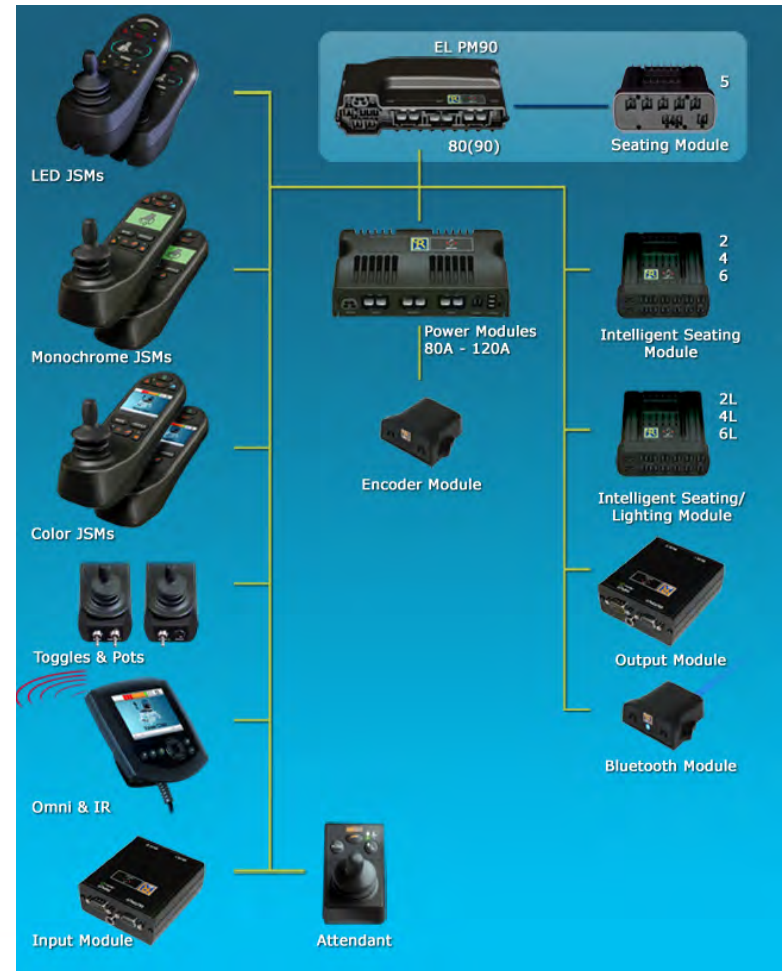
Fauteuil roulant : c'est du sport aussi !

Aaron Fotheringham



Fauteuil roulant ou objet technologique ?

- Fauteuil roulant électrique
 - Un objet très technologique et polyvalent
 - Modules électroniques



Aide à la navigation

- Fournir un service supplémentaire
 - Assurer une navigation sécurisée
- Ajouter des capteurs
 - Se localiser dans l'environnement
- Contrôler le fauteuil
 - Asservissement

Asservissement visuel

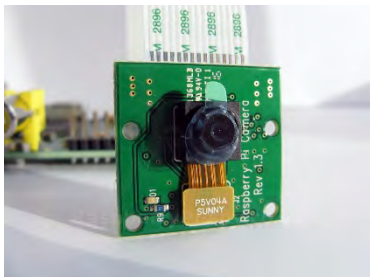
- Asservissement

- Utiliser des informations provenant de capteur(s) pour contrôler un système en boucle fermé
- Exemple : Régulateur de vitesse d'une voiture, four, écran



- Asservissement visuel

- Utilise des capteurs basés vision
 - Caméras, Kinect, sonde ultrason, ...



Asservissement visuel



Asservissement visuel



Visual Tracking and Servoing with Cycabs

ICARE Research Team

INRIA Sophia-Antipolis, France - Copyright (C) 2005.

3D Monocular Robotic Ball Catching

Vincenzo Lippiello and Fabio Ruggiero

PRISMA Lab

Dipartimento di Informatica e Sistemistica

Università degli studi di Napoli Federico II

www.prisma.unina.it



March 2011

Solution autonome ou semi-autonome ?

- Autonome

- Contrôle complet du véhicule par la solution robotique
- Google car



- Semi-autonome

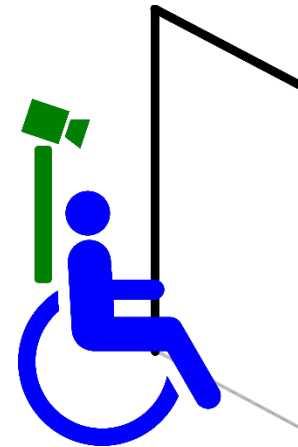
- « homme dans la boucle »
- **Contrôle partiel** du véhicule
- ESP, limiteur de vitesse, parking automatique

Solution autonome ou semi-autonome ?

- Vis-à-vis de la dépendance
 - Améliorer l' autonomie de la personne
 - Ne pas se substituer à la personne
 - Maintenir les capacités cognitives et motrices
- Responsabilité
 - Solution semi-autonome
 - Responsabilité de l' utilisateur
 - Solution autonome
 - Responsabilité du concepteur ?

Assistance à la conduite : projet **APASH**

- Assistance au Pilotage pour l'Autonomie et la Sécurité des personnes Handicapées
 - Pôle Images et Réseaux
 - Financement Bretagne
- Partenaire du projet :
 - Ergovie
 - AdvanSEE
 - INSA de Rennes
 - IRISA - Inria
 - IETR
 - LGCGM
- PAL (Personnally Assisted Living)

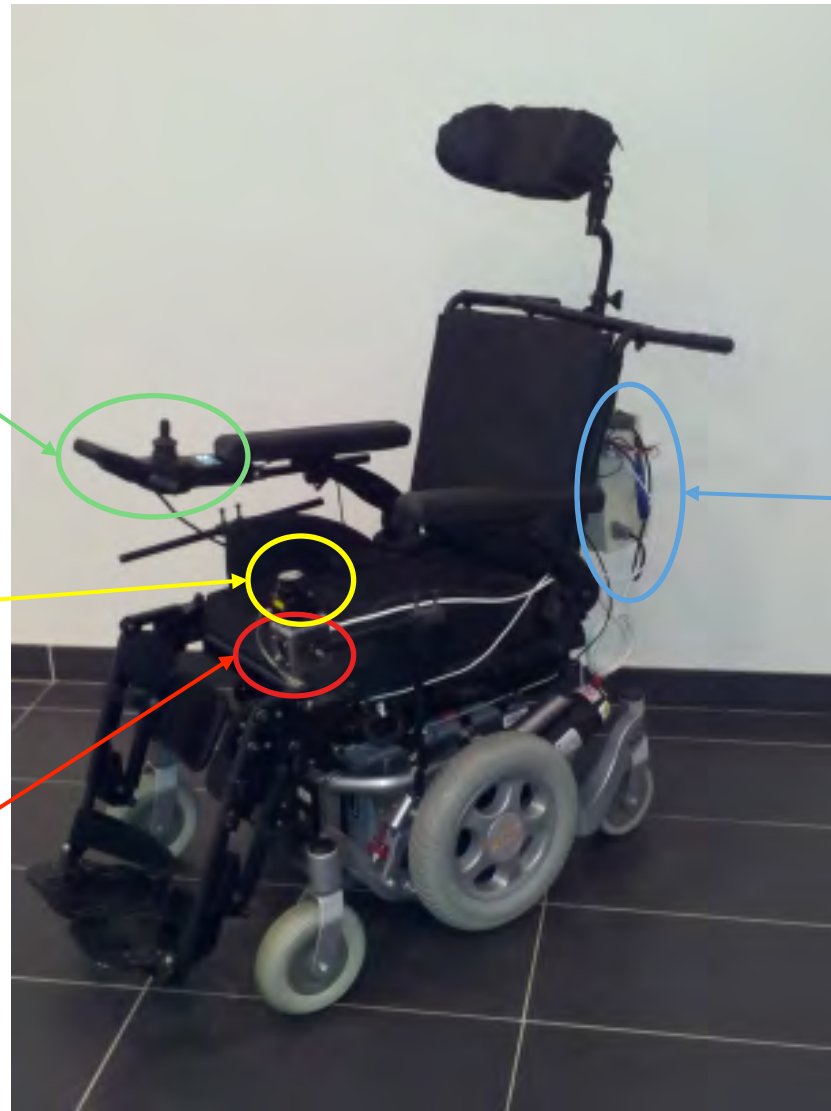


Projet APASH

- Objectifs de **navigation en milieu intérieur**
 - Aide au suivi de couloir
 - Aide au franchissement de porte
 - Sécurité
- Contraintes
 - Fauteuil roulant de série – Module “plug&play”
 - Coût abordable / Capteurs à bas coût
 - Installation embarquée / faible consommation – complexité
 - Modèle réduit de l’environnement
 - Conduite semi autonome / homme dans la boucle
 - Dimensions du fauteuil conservées
 - Solutions sûres



Projet APASH



Joystick

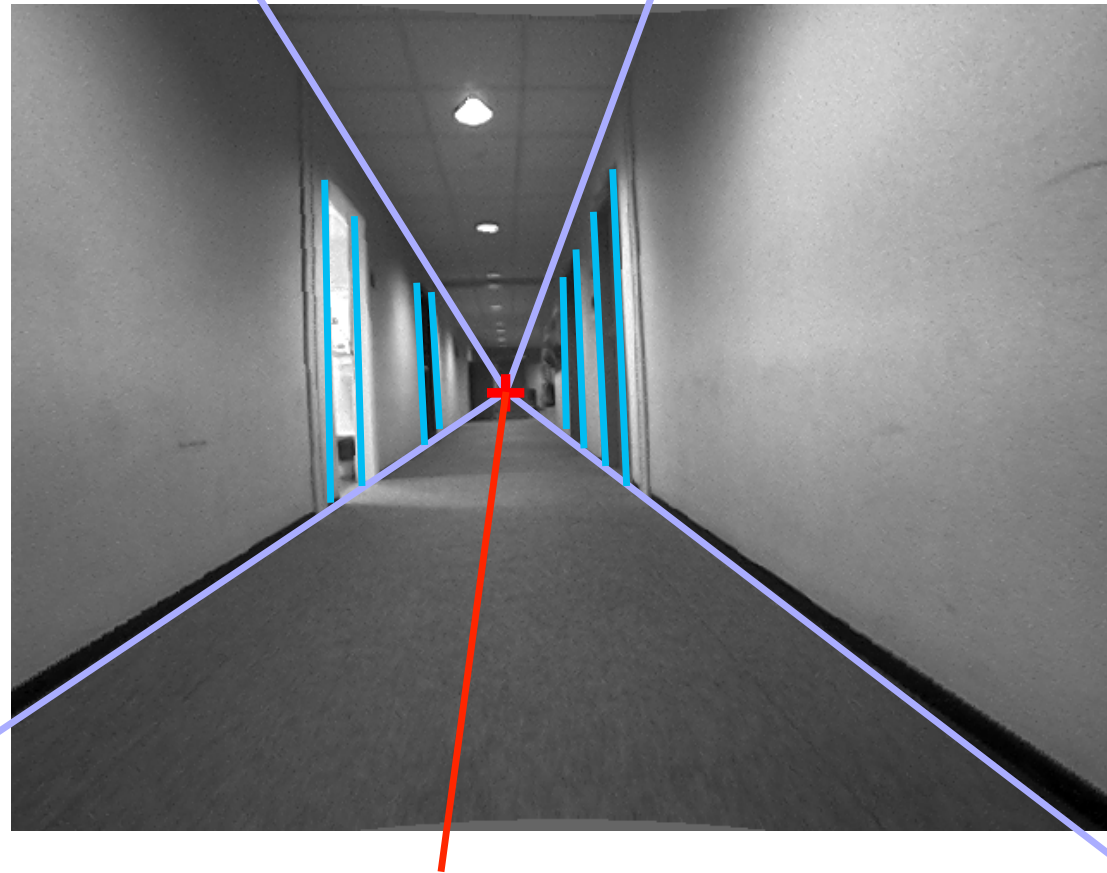
Laser

Camera

Module de
contrôle

Cameras

- Perturbations en milieu intérieur
 - Variation de luminosité
 - Scintillement des lampes
 - Spécularité
- Informations visuelles
 - Lignes mur/sol
 - Lignes mur/plafond
 - Ligne milieu du couloir
 - Point de fuite
 - Montants de portes
 - Jonctions de couloirs



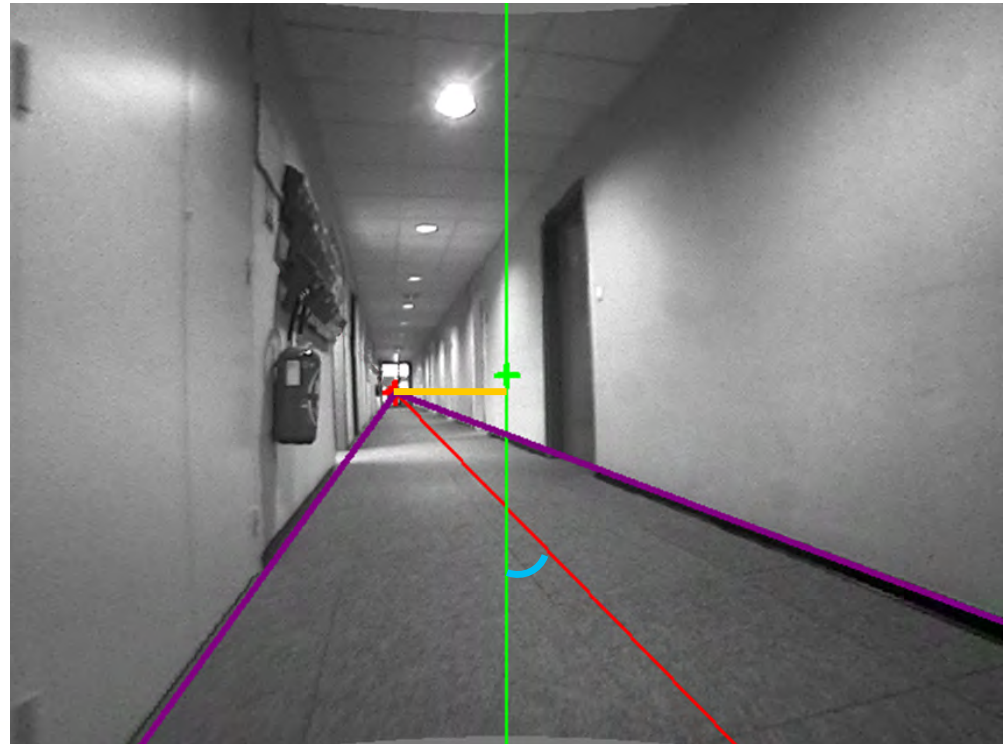
Asservissement visuel - couloir

- Objectifs

- Réaliser un suivi de couloir autonome avec le fauteuil
 - Caméra positionné au milieu du couloir
 - Vitesse d'avance constante
 - Vitesse de rotation à asservir

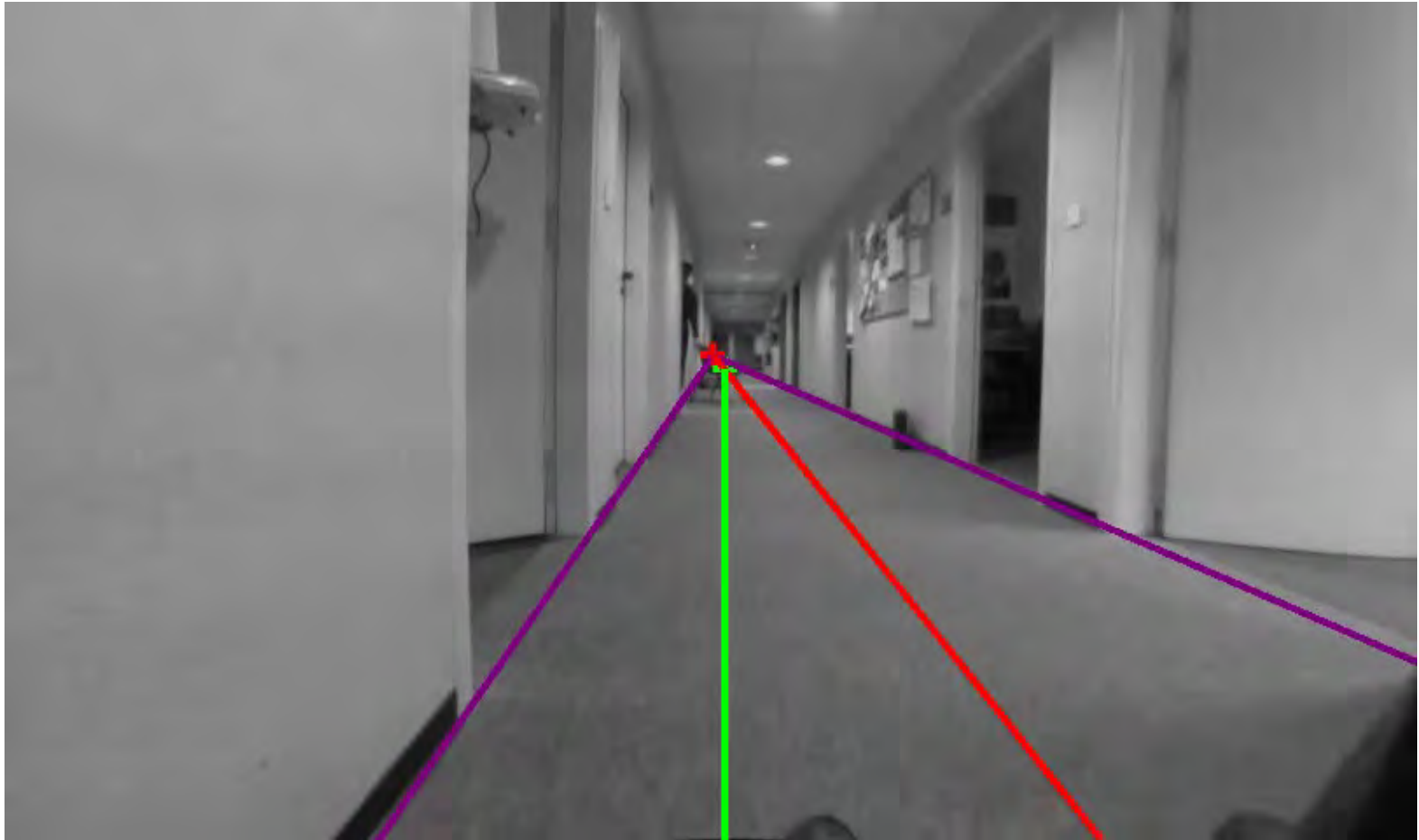
- Informations visuelles

- Position du point de fuite
- Orientation de ligne correspondant au milieu du couloir



Asservissement visuel – suivi de couloir

- Résultats



Navigation semi-autonome – suivi de couloir

- Navigation semi-autonome
 - Cas où la personne handicapée garde des fonctions motrices et reste en capacité de piloter son fauteuil
 - Principe : corriger la trajectoire indiquée par la personne via un **guide virtuel**
 - « Homme dans la boucle »
 - Cas d'usage : **évitement des murs dans un couloir**
- Asservissement visuel
 - Mêmes informations visuelles
 - **Contrôle de la rotation et de la vitesse d'avance**

Navigation semi-autonome – suivi de couloir

- Résultats [ICRA 2014]



Vision-based assistance for wheelchair navigation along corridors

François Pasteau, Alexandre Krupa, Marie Babel

Lagadic group

Inria Rennes Bretagne Atlantique & Irisa

<http://www.irisa.fr/lagadic>

A small version of the Inria logo, featuring the word 'Inria' in a red, cursive script font, is positioned in the bottom left corner of the slide's content area.



lagadic

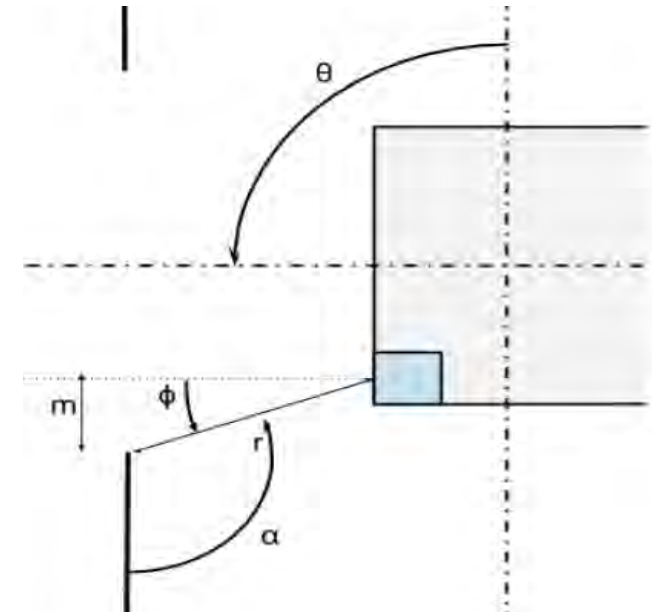
A large version of the Inria logo, featuring the word 'Inria' in a red, cursive script font, is positioned in the bottom left corner of the slide.



lagadic

Positionnement du fauteuil face à une porte

- Navigation autonome
 - Puis semi-autonome
- Informations visuelles
 - Montant des portes



Positionnement du fauteuil face à une porte

- Résultats (très !) préliminaires



Conclusion

- Aide à la mobilité : une nécessité
 - économique
 - sociétale

- Des solutions émergentes
 - équipe Lagadic !
 - PAL : un consortium actif
 - des thèses en cours...
 - des collaborations très fructueuses