

# **Bernard, ou la naissance de l'école française d'asservissement visuel**

François Chaumette

EPC Lagadic

Inria Rennes Bretagne Atlantique & Irisa

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

# Contexte humain

Une grosse équipe de robotique à Rennes

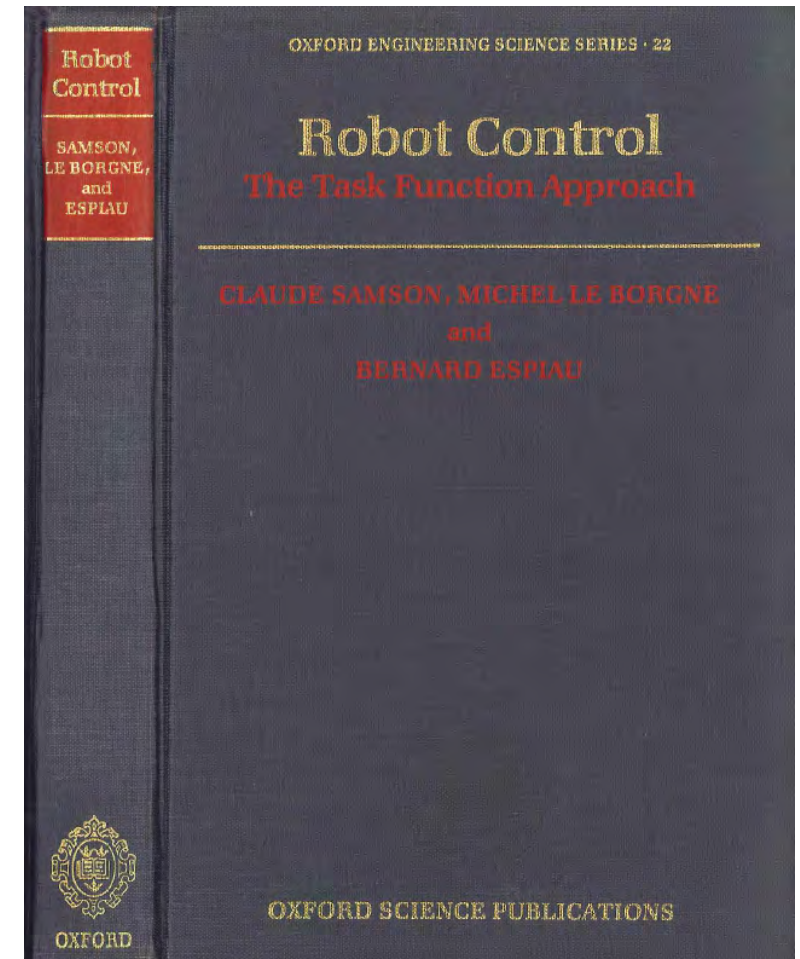
- Bernard Espiau
- Claude Samson
- Jean-Daniel Boissonnat
- Patrick Rives
- Daniel Simon
- Lionel Marcé
- Jean-Jacques Borrelly
- Guy André

De gros mouvements en 1988...

# Le contexte scientifique français :

Une bible difficile à digérer :

- rho-admissibilité de la fonction de tâche
- théorème de stabilité asymptotique
- la commande référencée capteurs pour les capteurs proximétriques
- Asservissement visuel : Yaka
- Vision par ordinateur :
  - papier Toscani-Faugeras sur la calibration
  - thèse de Nicolas Ayache sur le dévracage
  - TI : les contours (Deriche-Monga-Giraudon)



# Le contexte breton : l'armor



(Merci Patrick)

# Le contexte breton : l'argouat



(Merci Patrick)

# Le contexte breton : les collègues en séminaire



(Merci Patrick)

# Le contexte social breton



(Merci Patrick)

# Le contexte breton : les voyages exploratoires



(Merci Patrick)



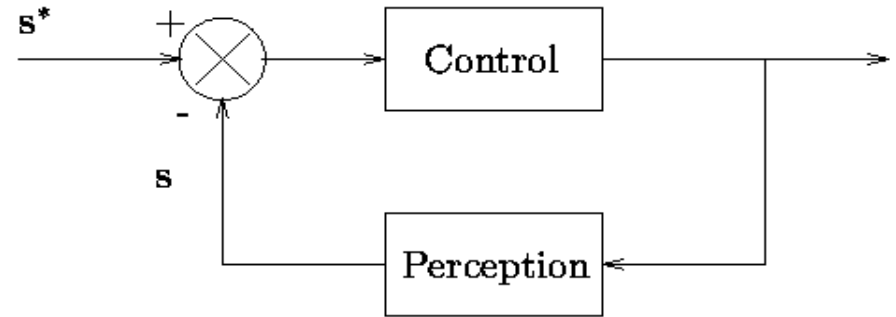
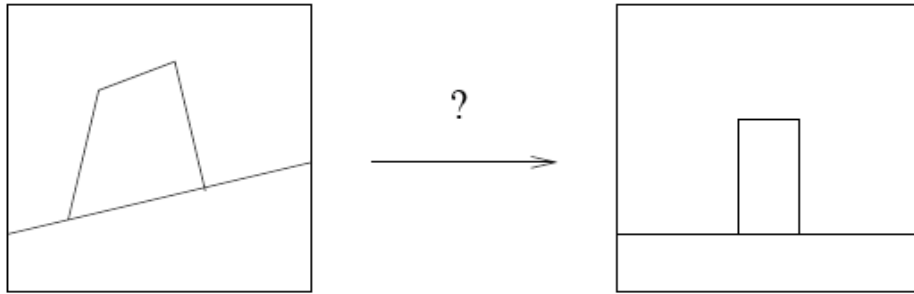
# Le contexte scientifique international :

Des travaux au Japon et aux US :

- Yoshiaki Shirai and Hirochika Inoue: Guiding a robot by visual feedback in assembling tasks, *Pattern Recognition*, 5(2):99-108, June 1973
- Gerald Agin (SRI): Real time control of a robot with a mobile camera, *Technical report*, February 1979.
- Lee Weiss, Arthur Sanderson, Charles Neuman (CMU) : Dynamic Sensor-Based Control of Robots with Visual Feedback, *IEEE Journal of Robotics and Automation*, 3(5): 404-417, October 1987.

énormément d'idées, des expérimentations, peu de formalisation

# Qu'est-ce que l'asservissement visuel ?



Commande des mouvements d'un système dynamique en boucle fermée sur des observations fournies par un capteur de vision

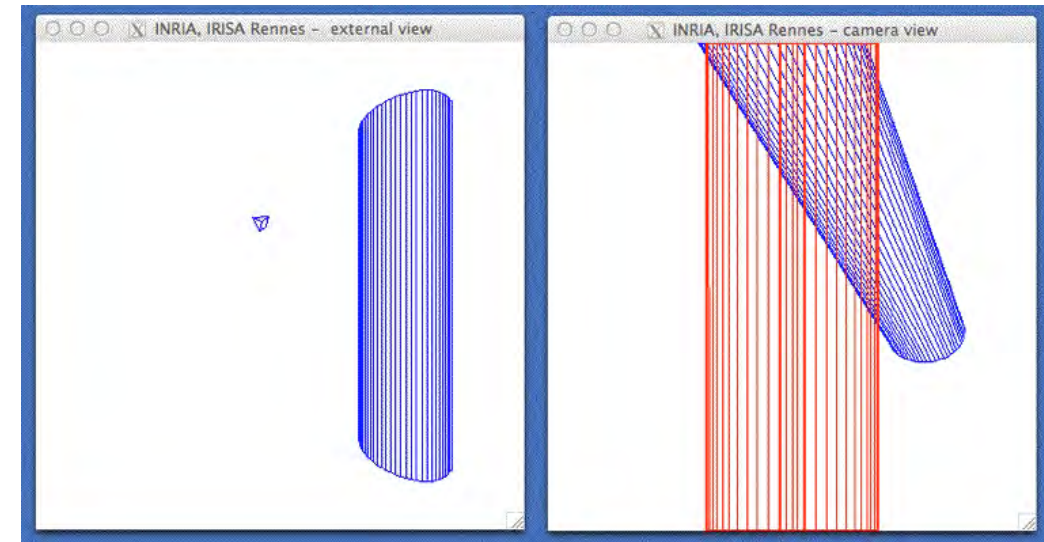
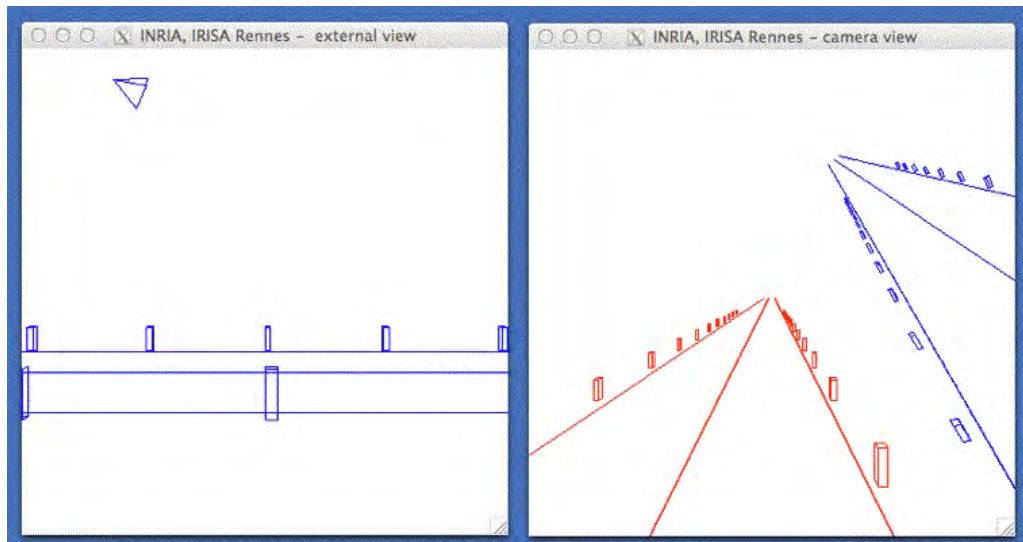
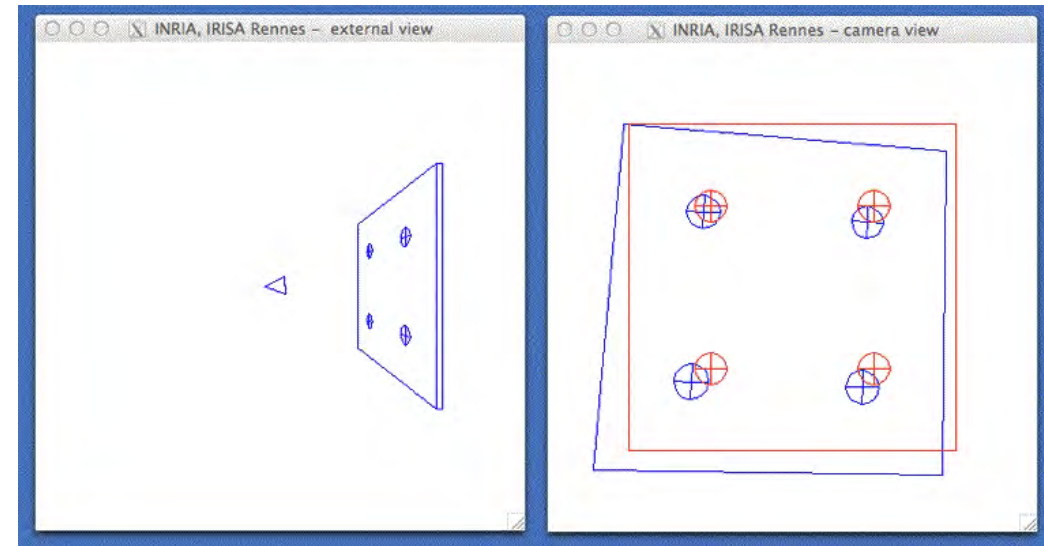
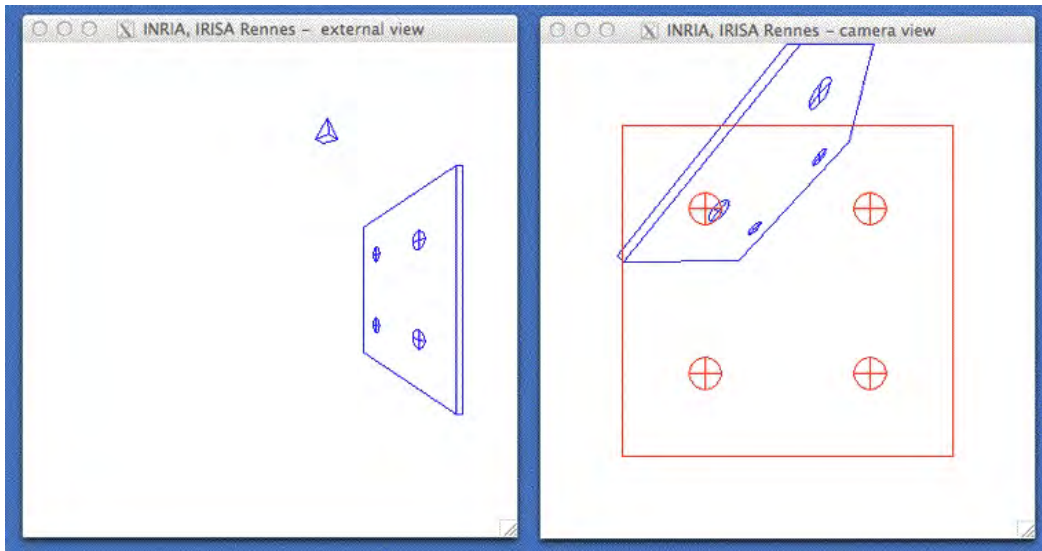
- Intérêts de la boucle fermée :
  - Robustesse aux erreurs de modèle et de calibration
  - Prise en compte de variations de l'environnement (poursuite de cible)
  - Conditions suffisantes de stabilité

# Premières contributions

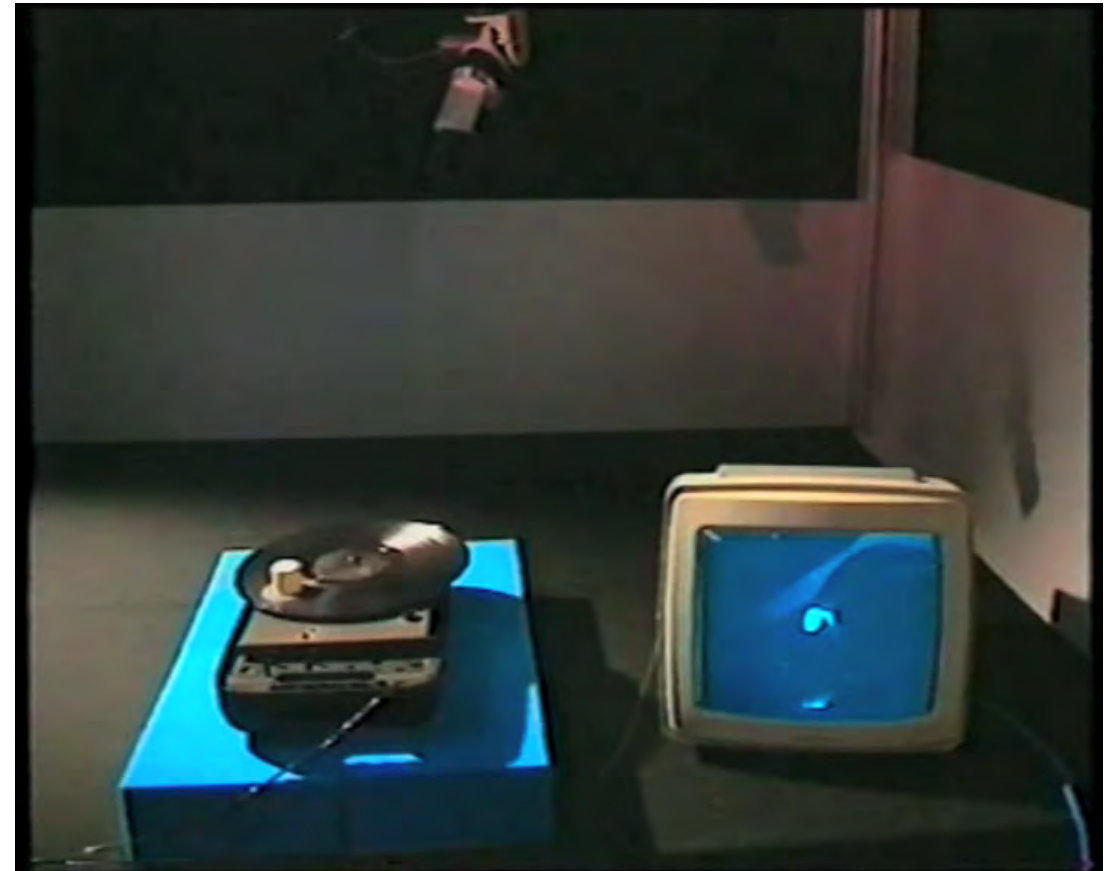
$$\begin{array}{ccccc}
 W \subseteq SE_3 & \longrightarrow & U \subseteq \mathcal{P}_o & \longrightarrow & V \subseteq \mathcal{P}_i \\
 (\mathbf{p}) & \delta & (P_o) & \pi & (p_i) \\
 & & \downarrow \varphi & & \downarrow \psi \\
 & & \mathbb{R}^n & \longrightarrow & \mathbb{R}^m & \longrightarrow & \mathbb{R}^k \\
 & & (\mathbf{P}_o) & \nu = \psi \circ \pi \circ \varphi^{-1} & (\mathbf{p}_i) & \sigma & (\mathbf{s})
 \end{array}$$

- Modélisation formelle des informations visuelles
- Application du formalisme de la redondance
- Commande cinématique

# Premiers résultats: en simulation, facile



# Premières expérimentations (1989) : poussif...



Contrôle du regard

# Premières expérimentations (1989) : très poussif...



Contrôle des 6 degrés de liberté



Poursuite de cible

# Un best-seller

IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS AND AUTOMATION, VOL. 8, NO. 3, JUNE 1992

313

## A New Approach to Visual Servoing in Robotics

Bernard Espiau, *Member, IEEE*, François Chaumette, and Patrick Rives

Cité 1 257 fois d'après GoogleScholar



# La réussite sociale



(Merci Daniel et Danielle)



# Et ensuite

L'explosion de travaux théoriques et d'applications

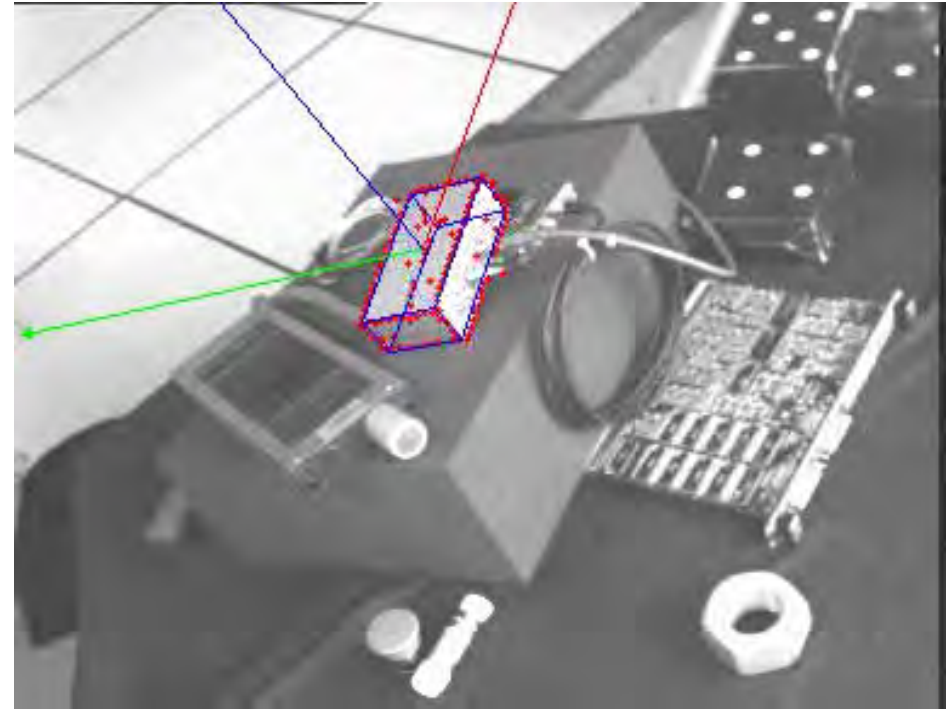
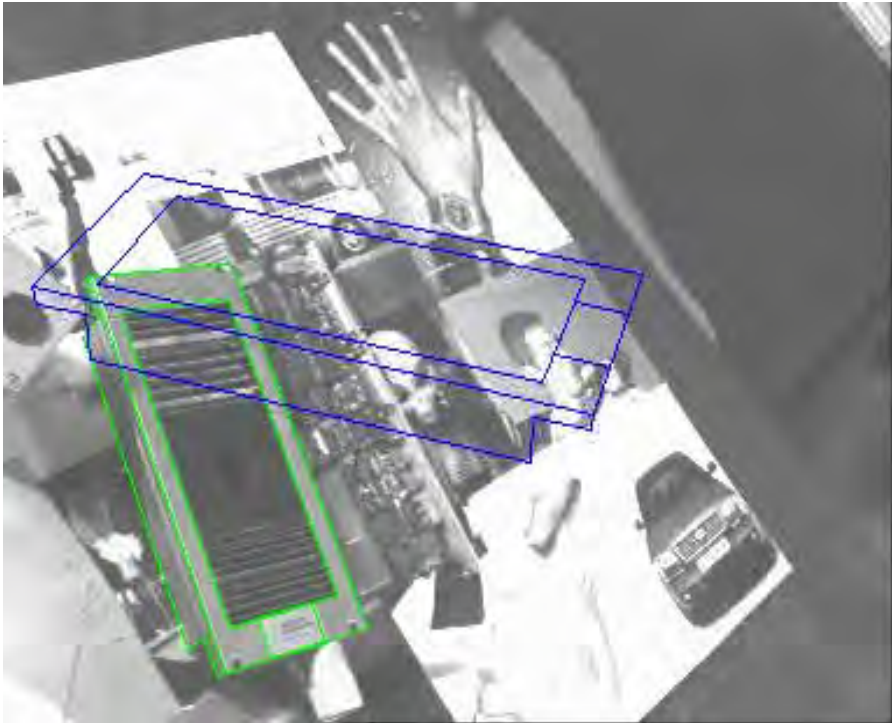
# ~ 1998

Le tourne-disque en mieux, le tout avec un Sparc sous Unix



~ 2004

Les 4 points en beaucoup mieux



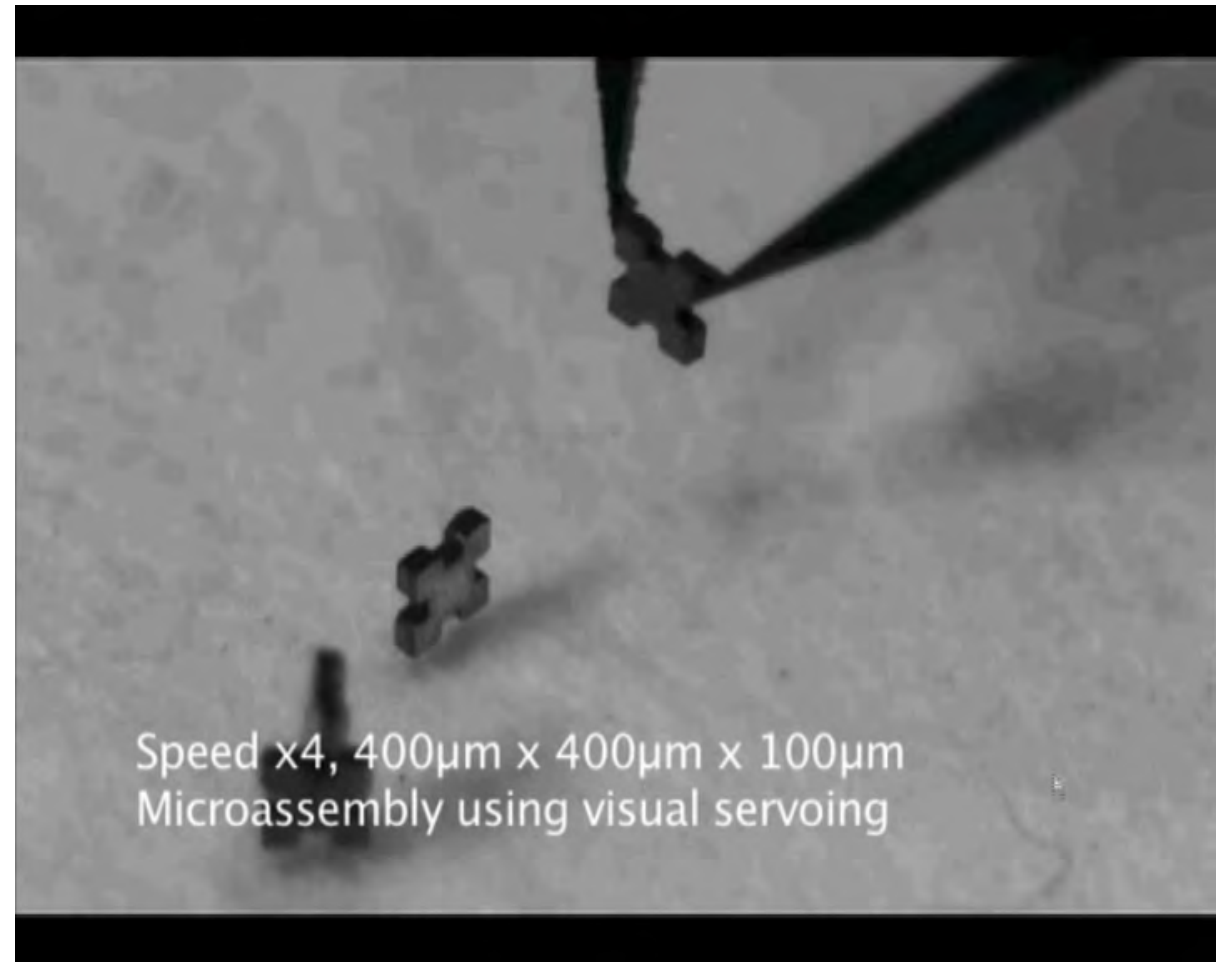
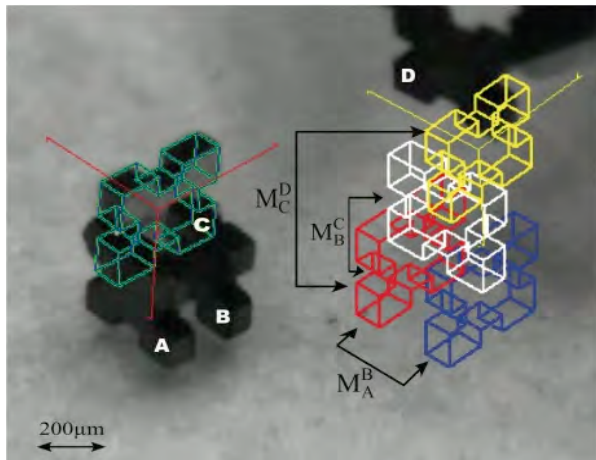
~ 2004

Des capteurs de vision étranges

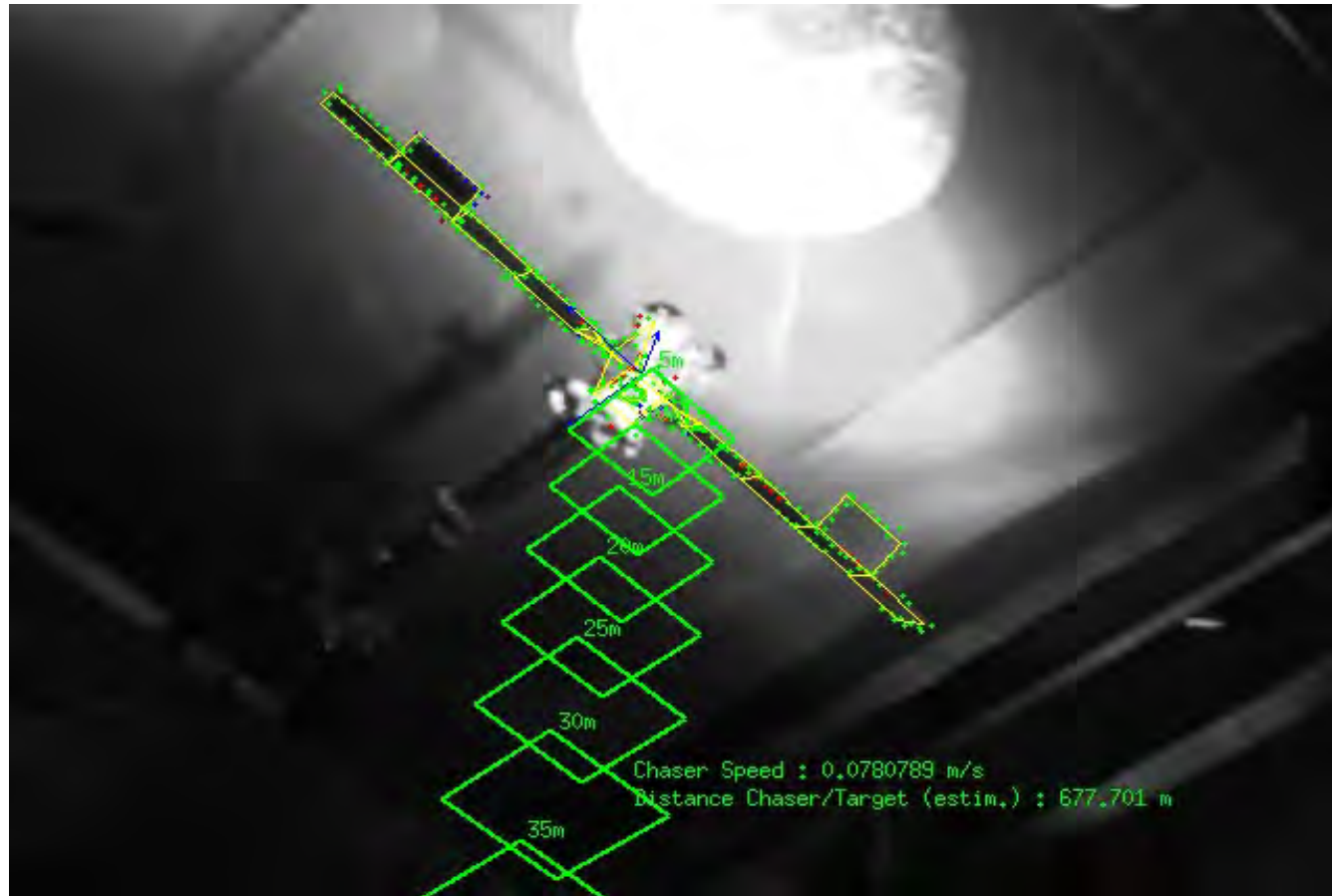


# Micromanipulation

## Assemblage de MEMS



# Rendez-vous de satellite



# Pour des robots parallèles



# Navigation autonome : conduite en convoi





# Navigation autonome

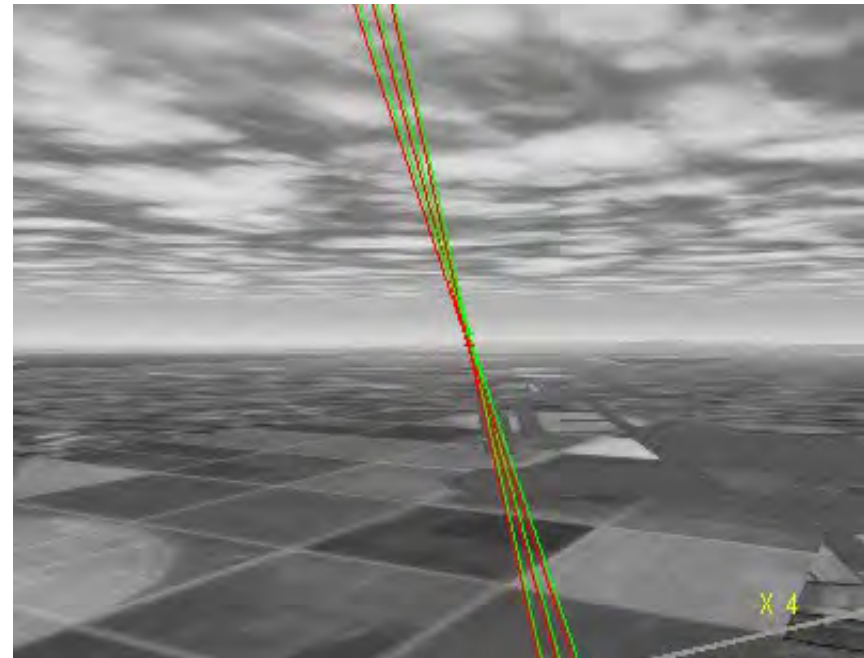
De l'asservissement visuel,  
mais aussi un capteur laser pour l'évitement d'obstacles



# Robotique humanoïde



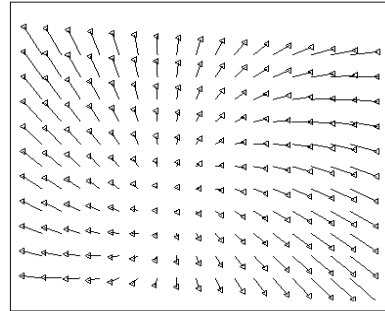
# Aterrissage d'avion



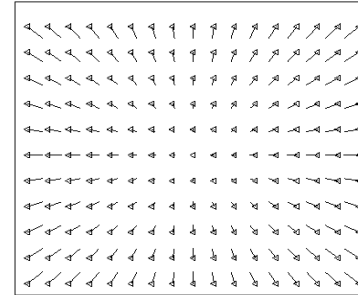
# Atterrissage à partir du flot optique

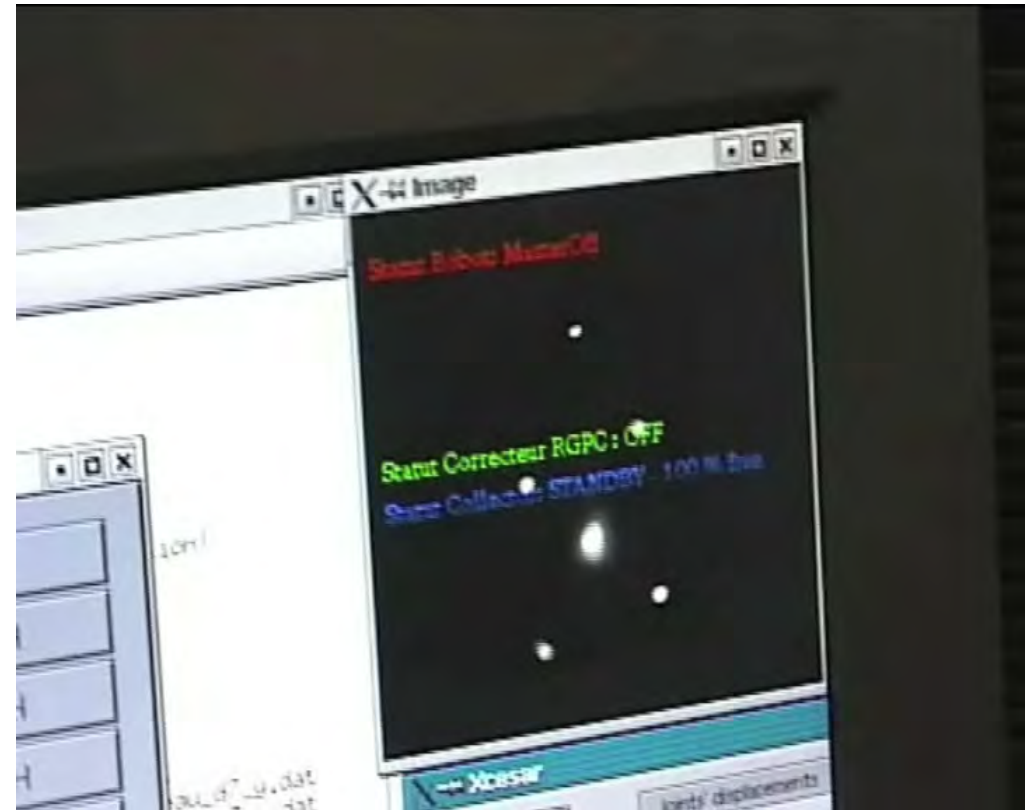
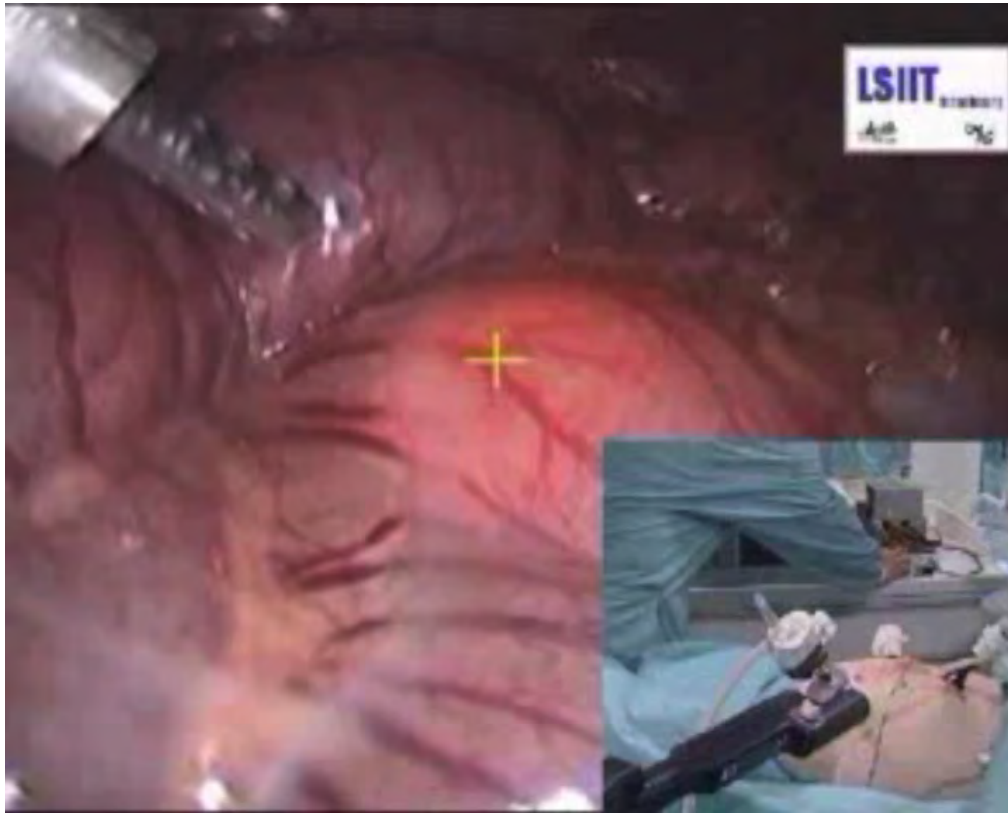


From



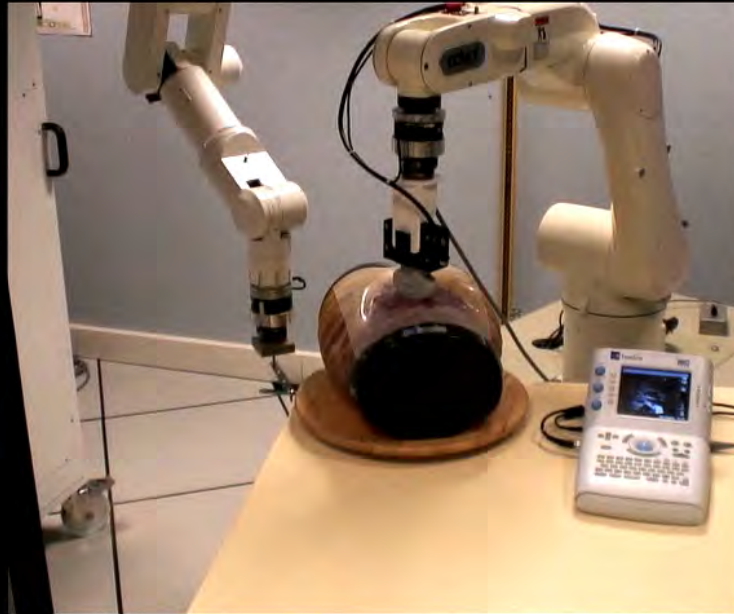
to





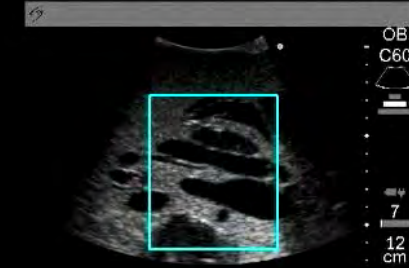
# Robotique médicale (suite)

Stabilization of an abdominal cross section



speed x3

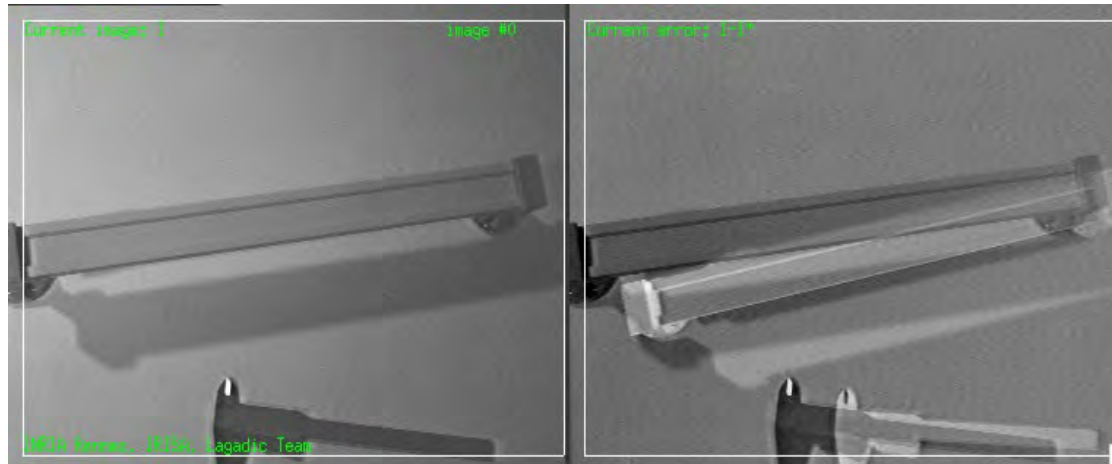
Current US image



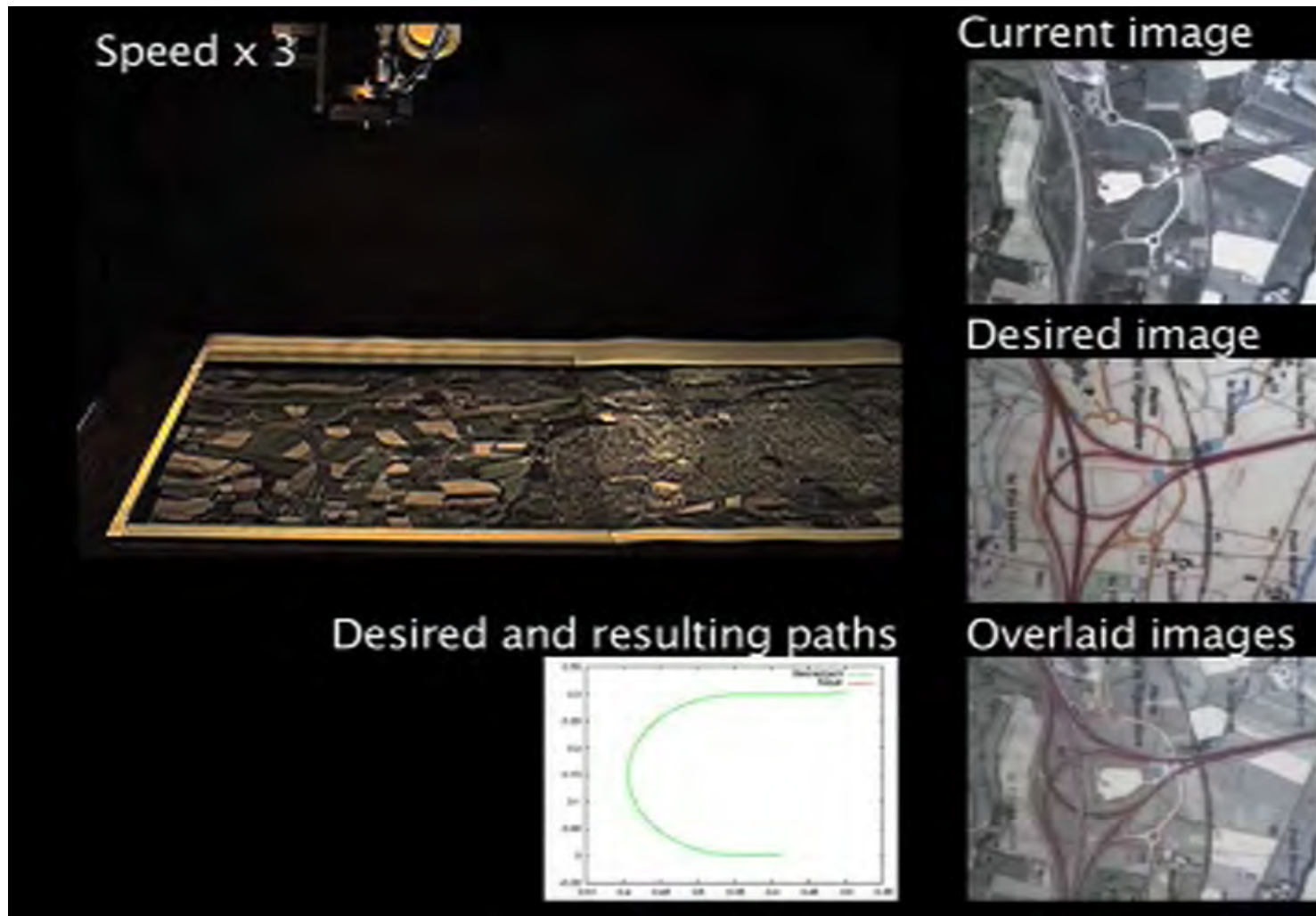
Difference image



# De l'asservissement visuel sans traitement d'images



# De l'asservissement visuel multi-modal





# Photo de classe (de nombreux absents)

