

# ***Robots en environnement humain***

## ***état de l'art, problèmes et risques***

*Malik Ghallab*

*Pour toute utilisation du contenu de cette présentation, veuillez citer l'auteur, son organisme d'appartenance, le titre et la date du document, ainsi que le volet 2 des ateliers « Ethique, robotique, et applications en santé » de la Plateforme « Ethique et Biosciences » de Toulouse. Merci.*

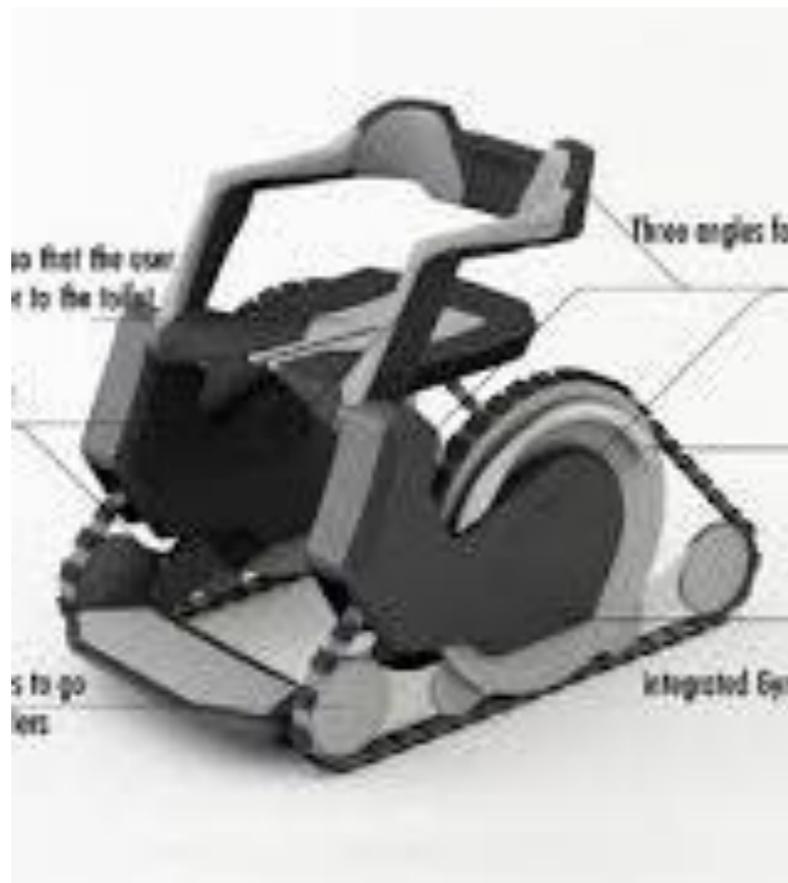


# *Robotique et médecine*



# *Richesse des applications médicales de la robotique*





# *Richesse des applications médicales de la robotique*

AKIN DEMİR  
31 years old  
Complete spinal cord injury  
at T4 level for 27 years



- ▶ Catégories de robots
- ▶ Types d'environnements et d'interactions
- ▶ Axes de recherche et état de l'art
- ▶ Risques et problèmes éthiques

# Catégories de robots

## Robot : *machine*

### ▶ Composants

- *Actionneurs*: moteurs, roues, rotors, bras, mains, pates, chenilles

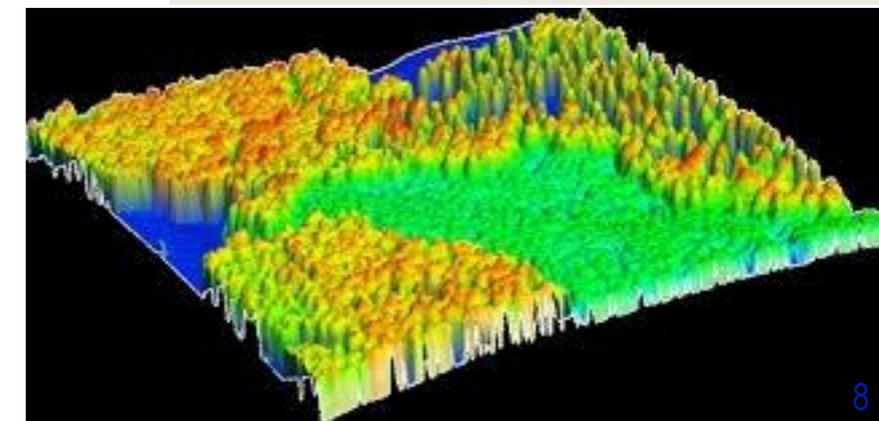


# Catégories de robots

## Robot : *machine*

### ► Composants

- *Actionneurs*: moteurs, roues, rotors, bras, mains, pates, chenilles
- *Capteurs*: laser, radar, lidar, sonar, camera, GPS, inertiels



## Robot : *machine*

### ▶ *Composants*

- *Actionneurs*: moteurs, roues, rotors, bras, mains, pates, chenilles
- *Capteurs*: odomètres, laser, radar, sonar, camera, GPS, inertiels
- Circuits de *communication* et de *traitement* de l'information

### ▶ *Fonctions* pour réaliser des ***tâches*** dans des ***environnements***

- Fonctions sensori-motrices: mobilité, préhension
- Fonctions de décision: interprétation, planification
- Fonctions d'interaction
- Fonctions d'apprentissage

# Catégories de robots

- ▶ Robots pré-programmés pour une tâche et un environnement



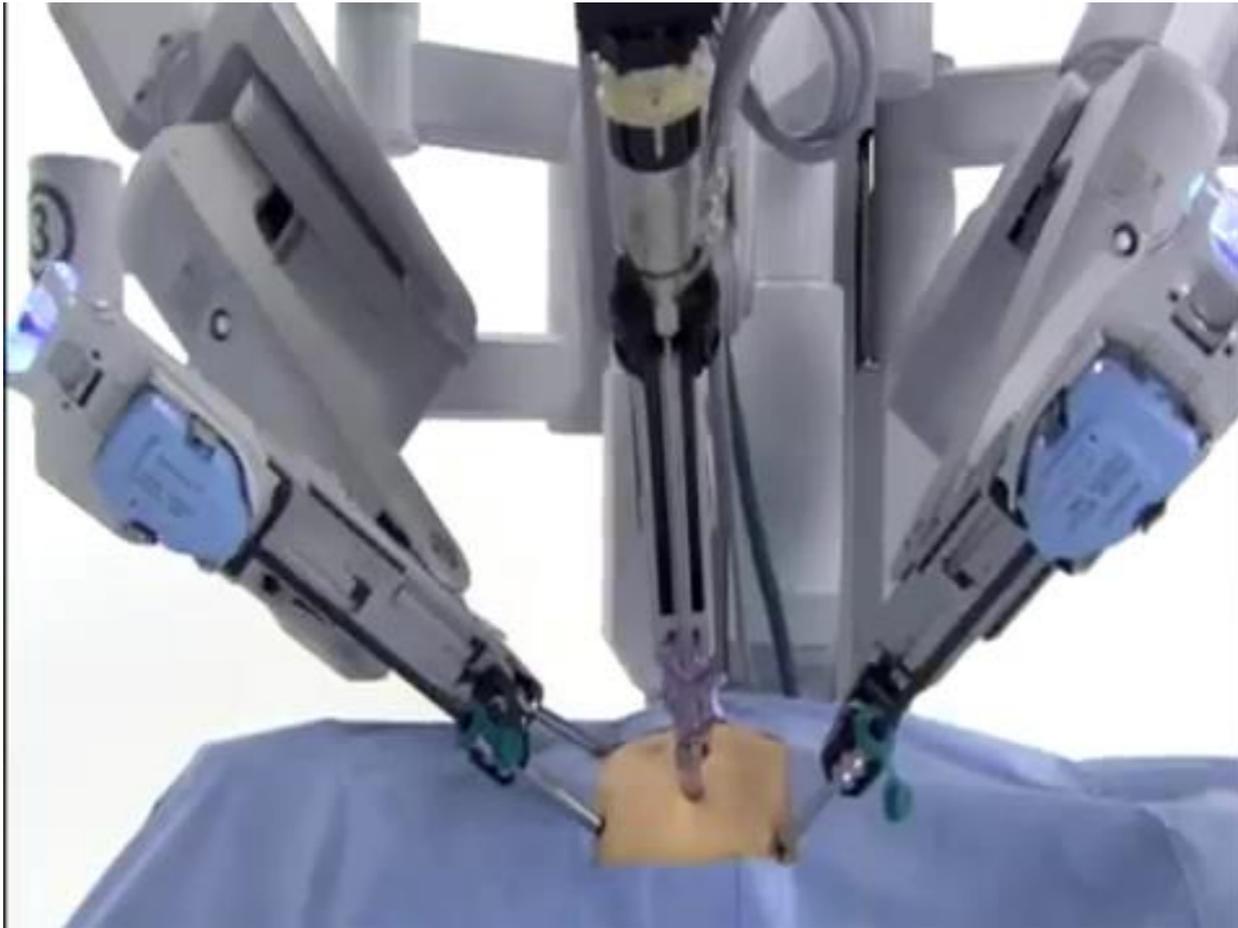
*[Stäubli]*



*[YASAKAWA]*

# Catégories de robots

- ▶ Robots *pré-programmés* pour une tâche et un environnement
- ▶ Robots *télé-opérés*
- ▶ Robots *autonomes*



[Intuitive Surgical]



[TUG]



*[Kiva Systems]*

# Catégories de robots

- ▶ Robots pré-programmés pour une tâche et un environnement
- ▶ Robots télé-opérés
- ▶ Robots *autonomes et versatiles*



## Robots autonomes

- ▶ *Domaine fermé* :
  - Domaine de fonctionnement :  
exhaustivement prévu à la conception
  - Hors du domaine de fonctionnement prévu :  
intervention humaine
- ▶ *Domaine ouvert* :
  - Domaine de fonctionnement non limité a priori
  - Diversité de tâches, d'environnements, d'interactions

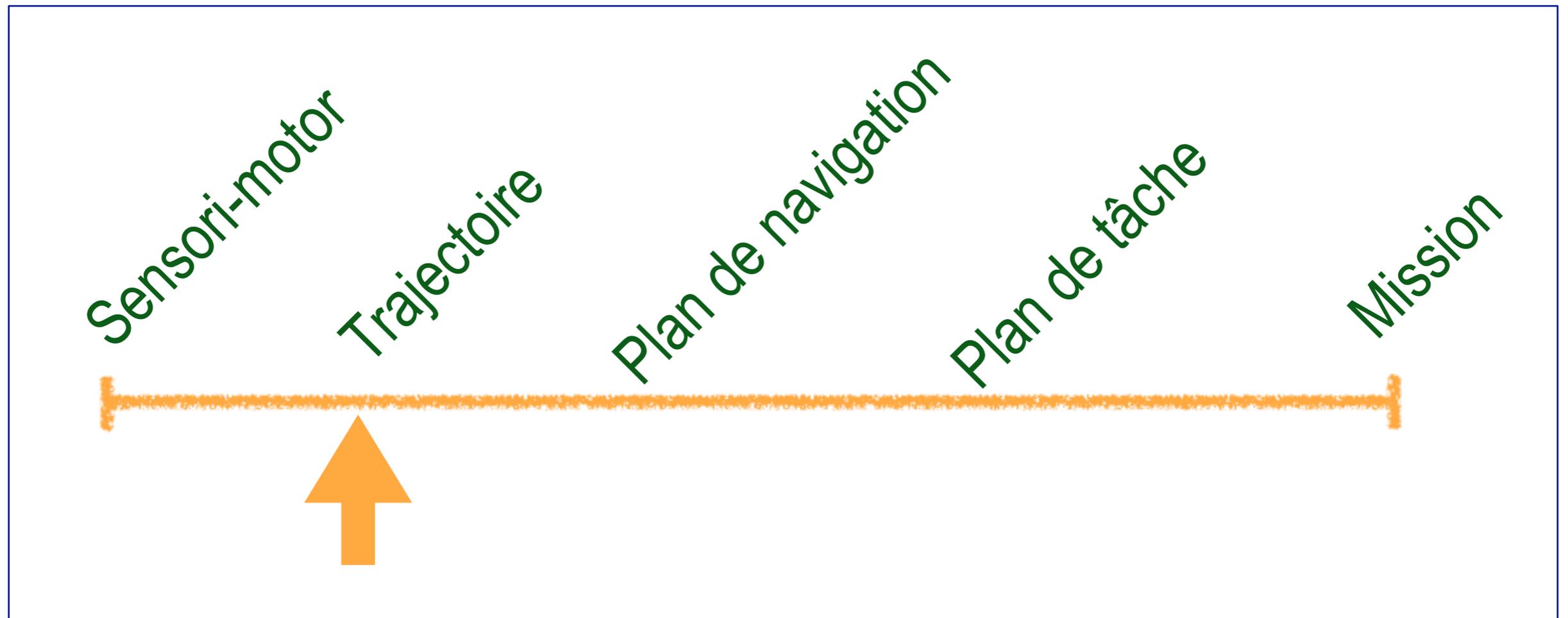
### Robots **versatiles** :

- ➔ Capacités de décision
- ➔ Capacités d'adaptation

# Catégories de robots

- ▶ Robots autonomes versatiles :
  - => divers niveaux de contrôle par l'homme

Niveau du contrôle humain



- ✓ Catégories de robots
- Types d'environnements et d'interactions
- Axes de recherche et état de l'art
- Risques et problèmes éthiques

# Environnements et interactions

- ▶ Types d'*environnements humains*
  - Lieux professionnels
  - Lieux publics
  - Domiciles
  - Routes et systèmes de transport
- ▶ Caractéristiques
  - Environnements de grande *diversité*
  - Environnements *évolutifs*
  - Environnements *ouverts*
    - ➔ Difficilement modélisables de façon exhaustive
    - ➔ Partiellement observables: ne se prêtent pas à une instrumentation complète

# Environnements et interactions

## Modalités d'interaction Homme - robot

- ▶ Modalités spécifiques
  - interfaces haptiques
  - lunettes à réalité augmentée
  - casques EEG
- ▶ Modalités naturelles
  - Graphique et image
  - Ecriture
  - Parole
  - Langage naturel
  - Gestes et attitudes corporelles
  - Regard



# *Environnements et interactions*

- Types d'interaction
  - Partage de ressources
    - Espace



# Environnements et interactions

## ▸ Types d'interaction

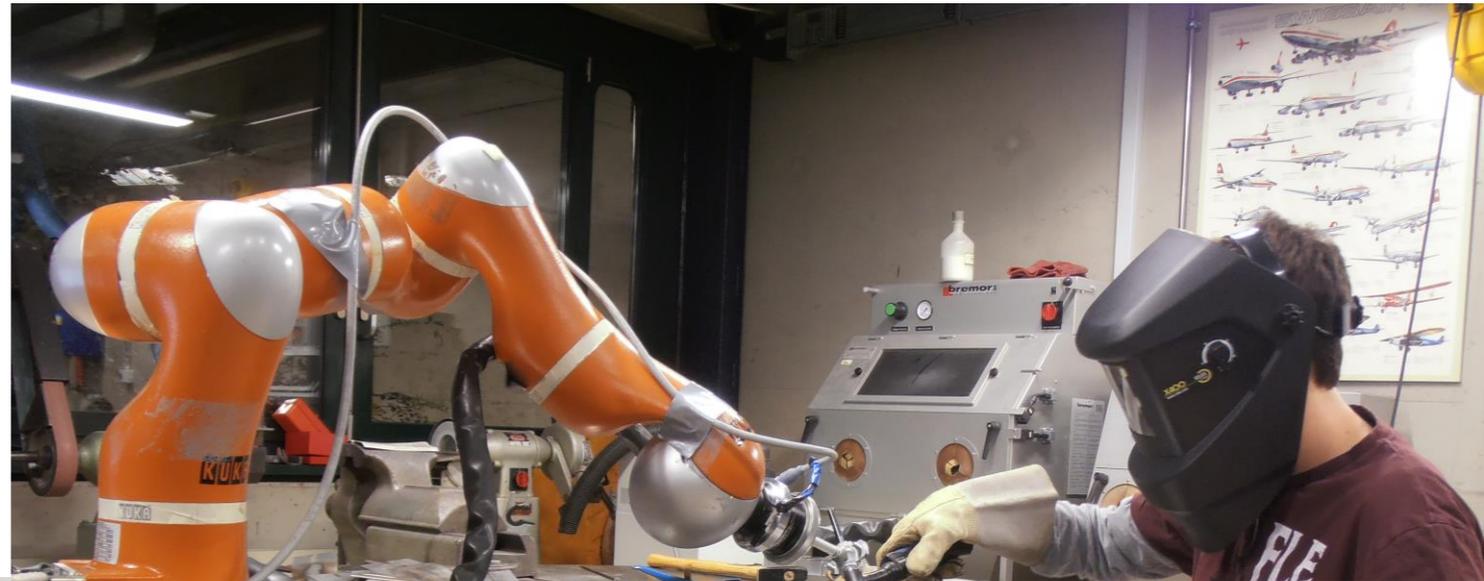
- Partage de ressources
- Partage de missions
  - Tâches découplées ou faiblement couplées
  - Coordination centralisée ou distribuée



# Environnements et interactions

## ► Types d'interaction

- Partage de ressources
- Partage de missions
- Partage de tâches
  - Actions communes
  - Plans communs

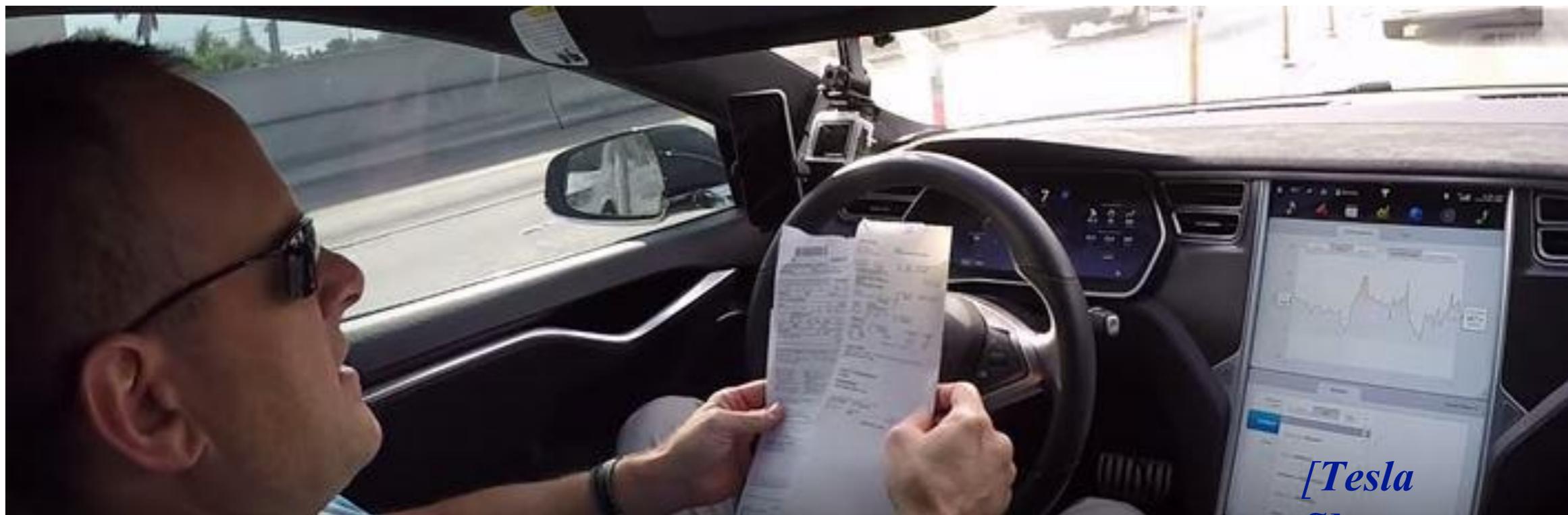


# Environnements et interactions

## ▸ Types d'interaction

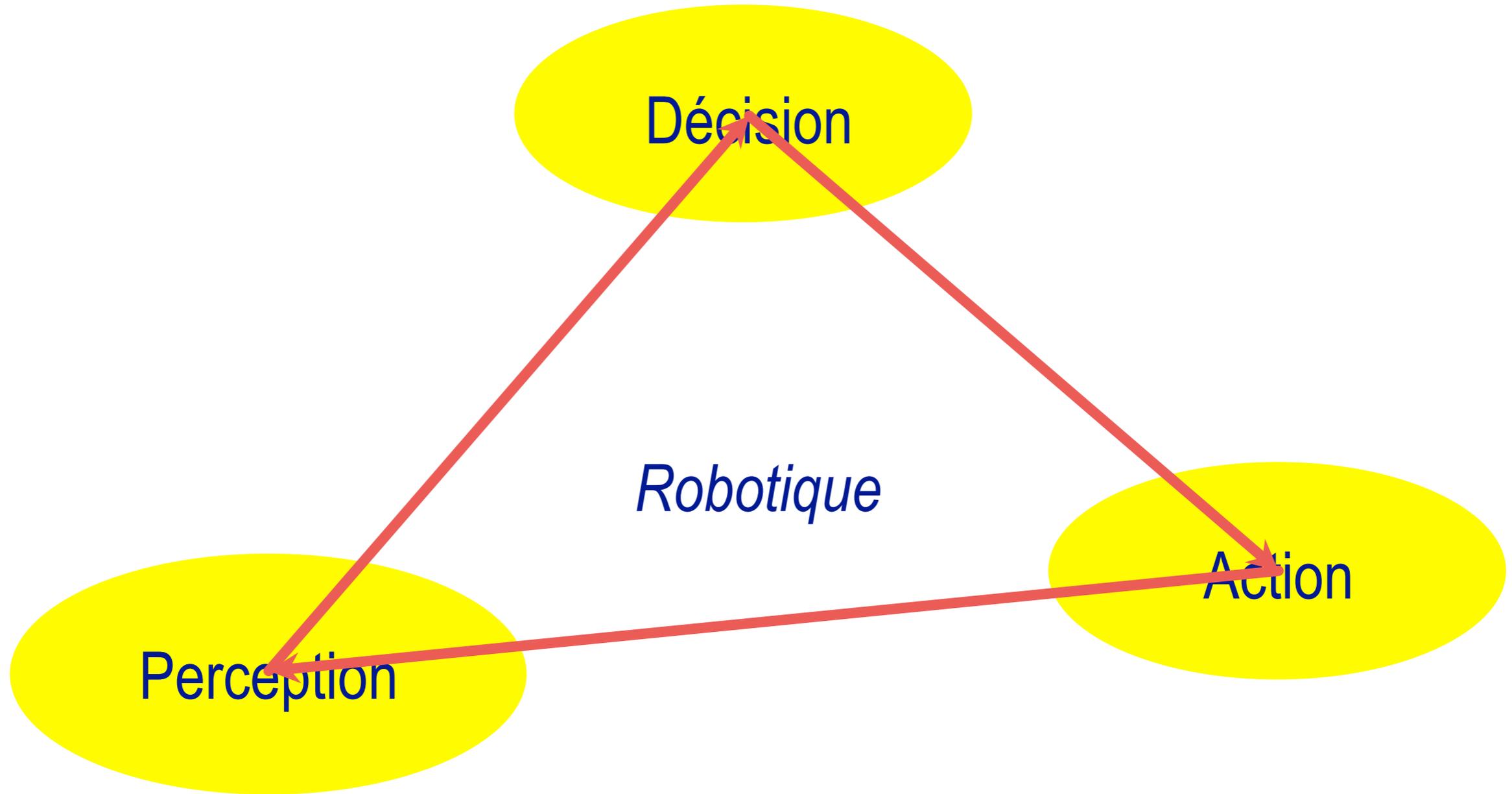
- Partage de ressources
- Partage de missions
- Partage de tâches
- Partage du contrôle d'un système

Problème du transfert du contrôle



- ✓ Catégories de robots
- ✓ Types d'environnements et d'interactions
  - Axes de recherche et état de l'art
  - Risques et problèmes éthiques

# *Axes de recherche de la robotique*



# *Axes de recherche*

- ▶ **Action: *Mouvement automatique***
  - Cinématique et dynamique
  - Trajectoires et lois de commande



[Boston Dynamics]

[B.Bauml, DLR, Munich, 2011]



Boston Dynamics

# Axes de recherche

▶ Action

▶ **Perception**

- Detection

- Localisation

- Cartographie

- Reconnaissance

} SLAM



[13th Lab, Stockholm]

# Reconnaissance



Cuisiner



Escalader

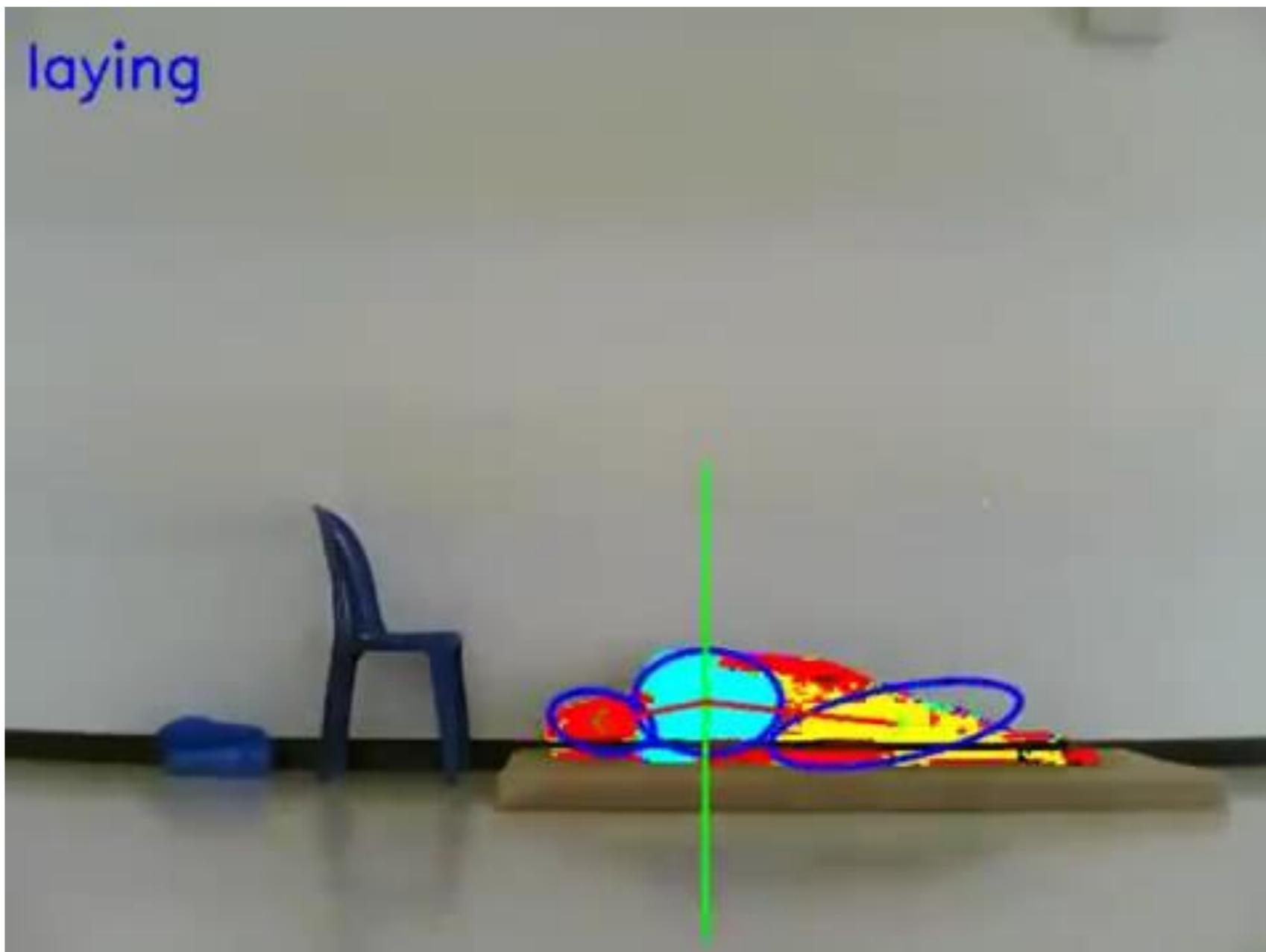


Téléphoner



Lire

# Reconnaissance

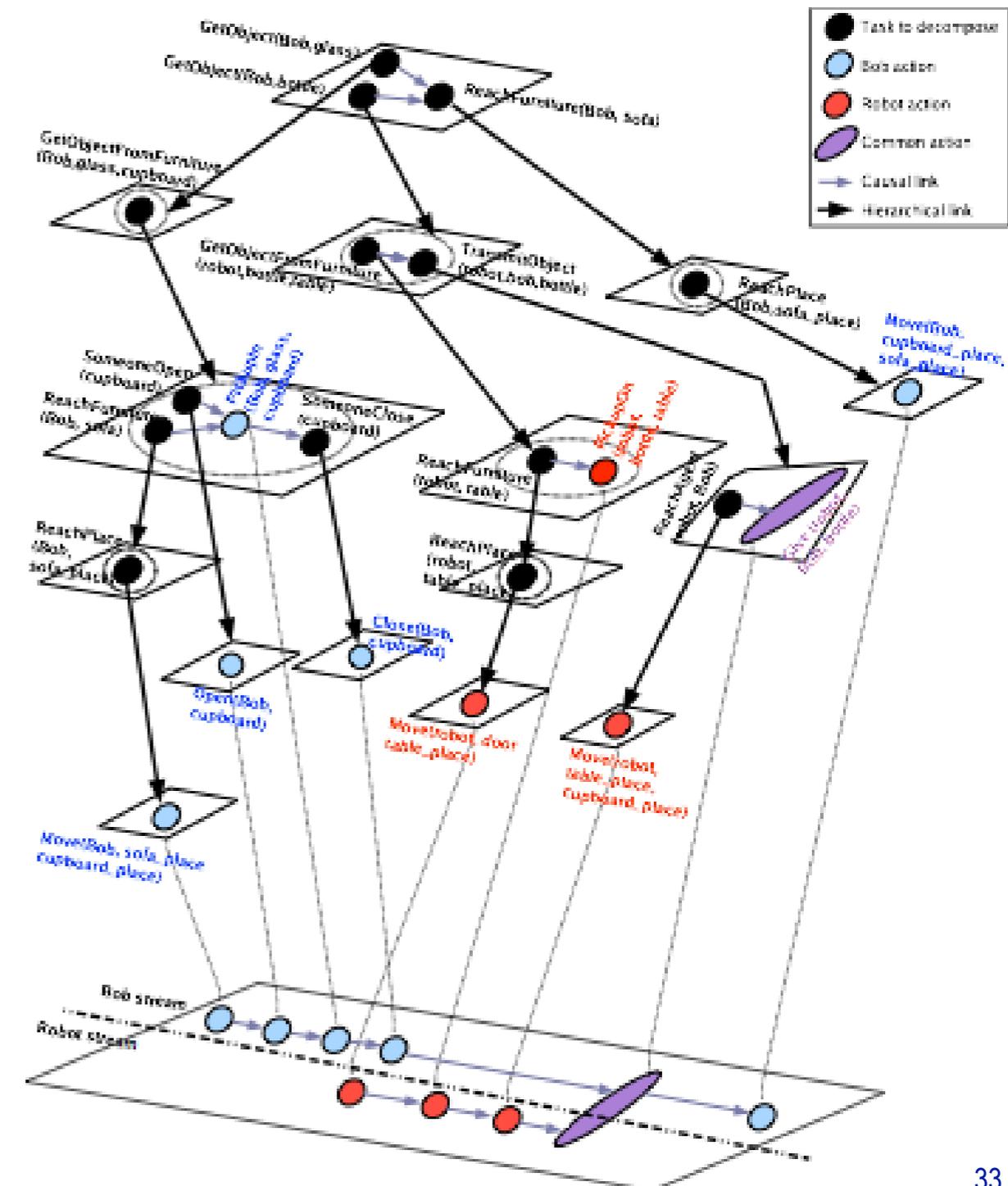


# Axes de recherche

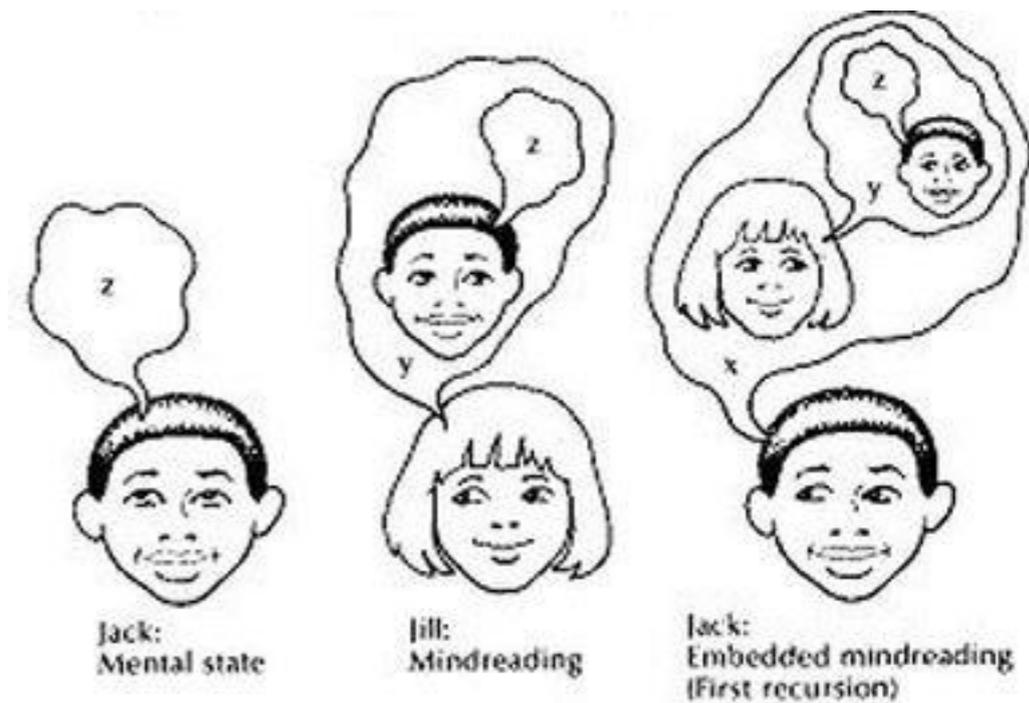
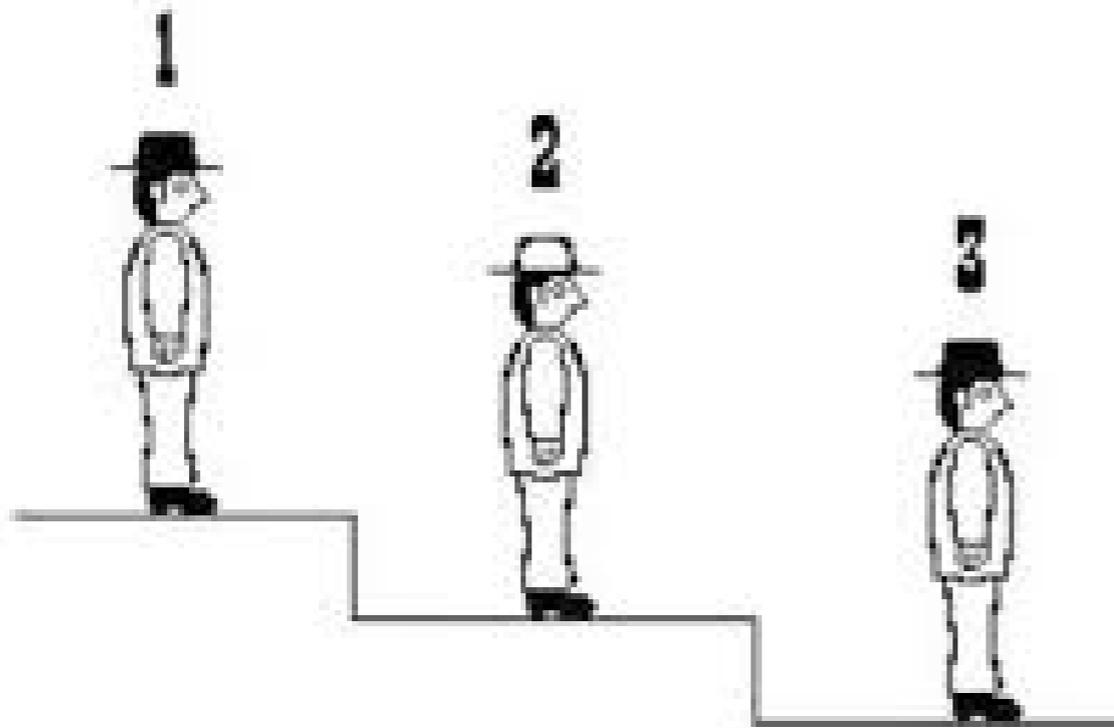
- ▶ Action
- ▶ Perception
- ▶ **Decision: *Intelligence Artificielle***
  - Planification de mouvements
  - Planification de tâches
  - Apprentissage



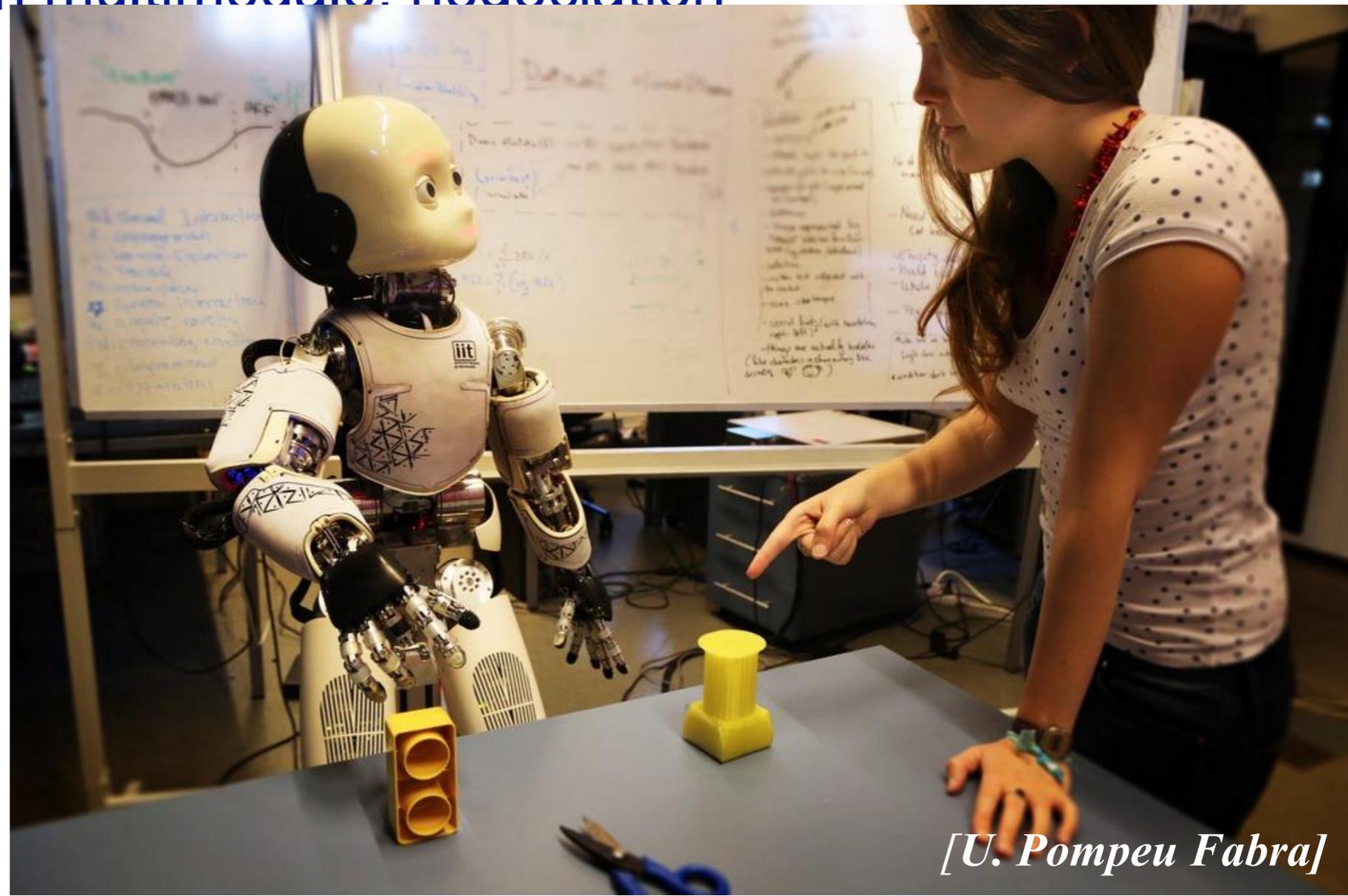
- Planification de tâches
- planification et coopération



- ▶ Prise de perspective, raisonnement épistémique



- ▶ Coopération
- ▶ Prise de perspective
- ▶ Dialogue, interaction multimodale, négociation



# *Axes de recherche*

- ▶ Prise de perspective, raisonnement épistémique
- ▶ Planification de tâches partagées, délibération coopérative
- ▶ Dialogue, interaction multimodale, négociation
- ▶ Apprentissage des modèles et adaptation

- ▶ Progrès focalisés sur tous ces problèmes
- ▶ Etat de l'art très fragmenté
- ▶ Grandes difficultés d'intégration

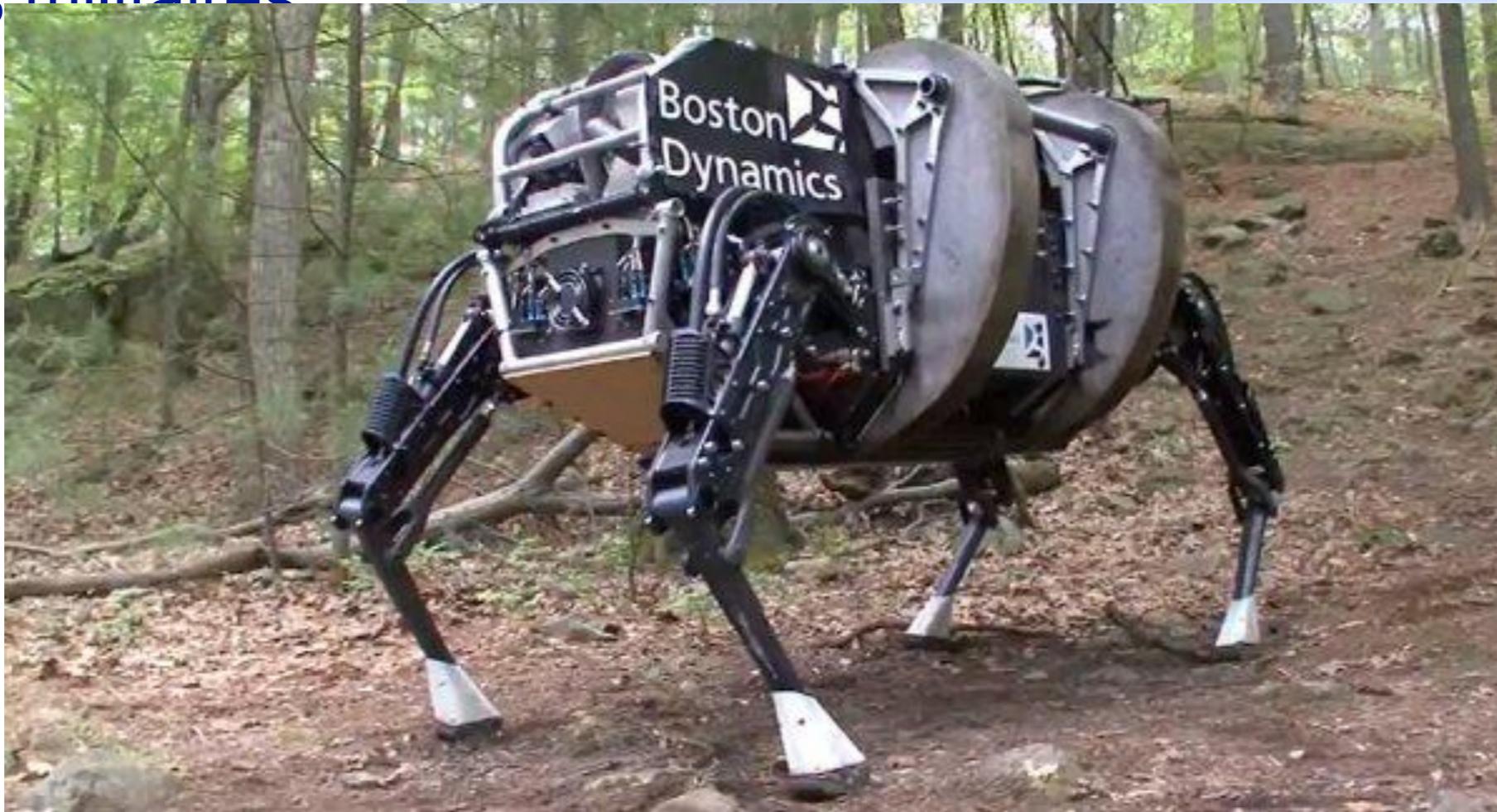


*DARPA Challenge 2015*

- ✓ Catégories de robots
- ✓ Types d'environnements et d'interactions
- ✓ Axes de recherche et état de l'art
- Risques et problèmes éthiques

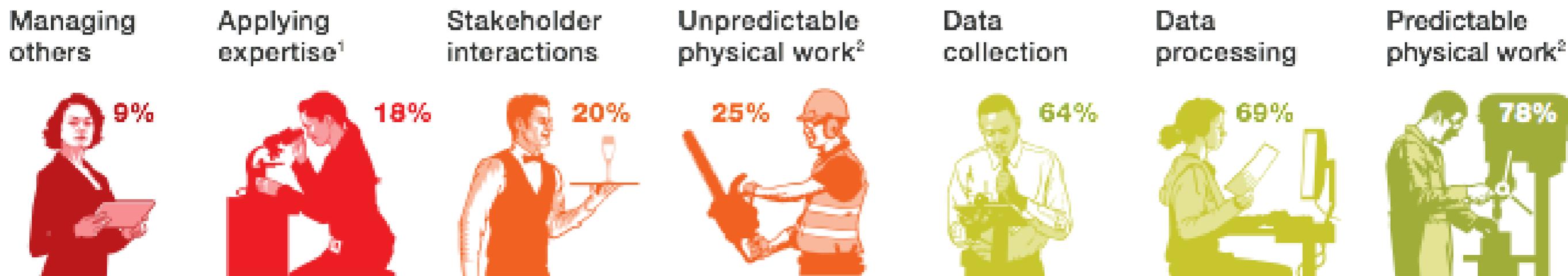
# Risques et problèmes éthiques

- ▶ Défaillances, dysfonctionnements d'applications critiques
- ▶ Intrusion permanente, exploitation abusive de données privées malveillances
- ▶ Robots "*guidant*" l'utilisateur, exploitant ses vulnérabilités
- ▶ Robots militaires



# Risques et problèmes éthiques

- ▶ Transformation du travail (*Mechanical Turk*)
- ▶ Réductions des emplois
  - 115 à 165 Millions d'emplois d'ici à 2025 en OCDE
  - 45% des activités aux USA sont automatisables avec les technologies actuelles
  - + 15 à 20% si on leur ajoute la maîtrise de la parole naturelle



[McKinsey]

## *Internalisation* de nos prolongements sensoriels et cognitifs

- ▶ Implants et stimulants moteurs
- ▶ Exosquelettes



## *Internalisation* de nos prolongements sensoriels et cognitifs

- ▶ Implants et stimulants moteurs
- ▶ Exosquelettes
- ▶ Implants sensoriels



## *Internalisation* de nos prolongements sensoriels et cognitifs

- ▶ Implants et stimulants moteurs
- ▶ Exosquelettes
- ▶ Implants sensoriels
- ▶ Implants cognitifs
- ▶ Humain augmenté



## *Internalisation* de nos prolongements sensoriels et cognitifs

- ▶ Implants et stimulants moteurs
- ▶ Exosquelettes
- ▶ Implants sensoriels
- ▶ Implants cognitifs
- ▶ Humain augmenté
- ▶ “*Transhumanisme*” ?

