

# Corps et cognition

NICOLAS P. ROUGIER  
NEUROSCIENCES COMPUTATIONNELLES

INSTITUT DES MALADIES NEURODÉGÉNÉRATIVES (UMR 5293)  
INRIA BORDEAUX SUD-OUEST – LABRI (UMR 5800)  
UNIVERSITÉ DE BORDEAUX – BORDEAUX NEUROCAMBUS

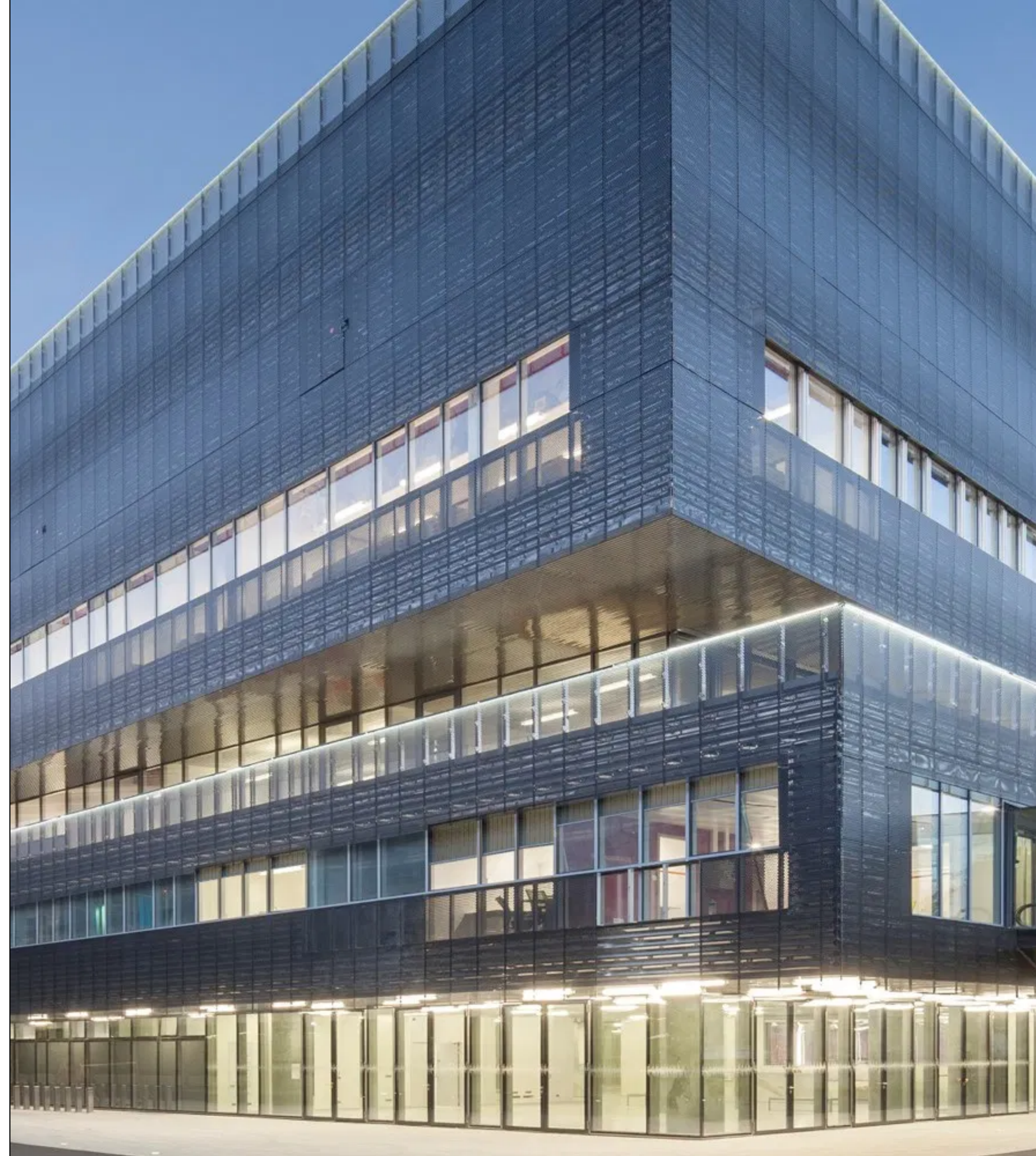


## INTRODUCTION

# Bordeaux Neurocampus

---

- 6 institutes
  - IINS
  - Neurocentre Magendie
  - Institute of Neurodegenerative Diseases (IMN)
  - INCIA
  - Nutrineuro
  - Sanpsy
- 52 teams / 650 research staff
  - 230 researchers
  - 130 PhD students
  - 80 postdocs
  - 210 technicians and engineers
- Computational Neuroscience Team (IMN 7)
  - 4 researchers
  - 10 PhD students
  - 2 Engineers, 1 post-doc
  - 5 Interns



## INTRODUCTION

# Computational Neuroscience @ IMN

To model **higher cognitive functions** (mostly in mammals) such as to allow for the emergence of autonomous behavior that allows:

- to survive in an environment (e.g. autonomous navigation)
- to complete a given task (e.g. decision making)
- to organize behavior (e.g. problem solving)

We are specifically interested in characterizing:

- the **brain structures** that are involved and their interactions (prefrontal cortex, basal ganglia, hippocampus, amygdala, etc.)
- the **acquisition and the development** of higher functions (reinforcement learning, Hebbian learning, self-organization)
- the role of the **body and the environment** (embodied cognition, autopoiesis, homeostasis, robotics)



## Naissance de l'intelligence artificielle

---

L'intelligence artificielle naît officiellement en 1956 lors d'une conférence qui s'est déroulée à Dartmouth (USA). Parmi les participants, on compte Ray Solomonoff, Marvin Minsky, John McCarthy, Claude Shannon, Herbert Simon, Allen Newell et John Nash.

A cette époque, les chercheurs veulent construire des machines "intelligentes" capable de surpasser l'Homme, notamment en le battant aux échecs.

"Artificial Intelligence is the science and engineering of making intelligent machines."

J. McCarthy, 1956



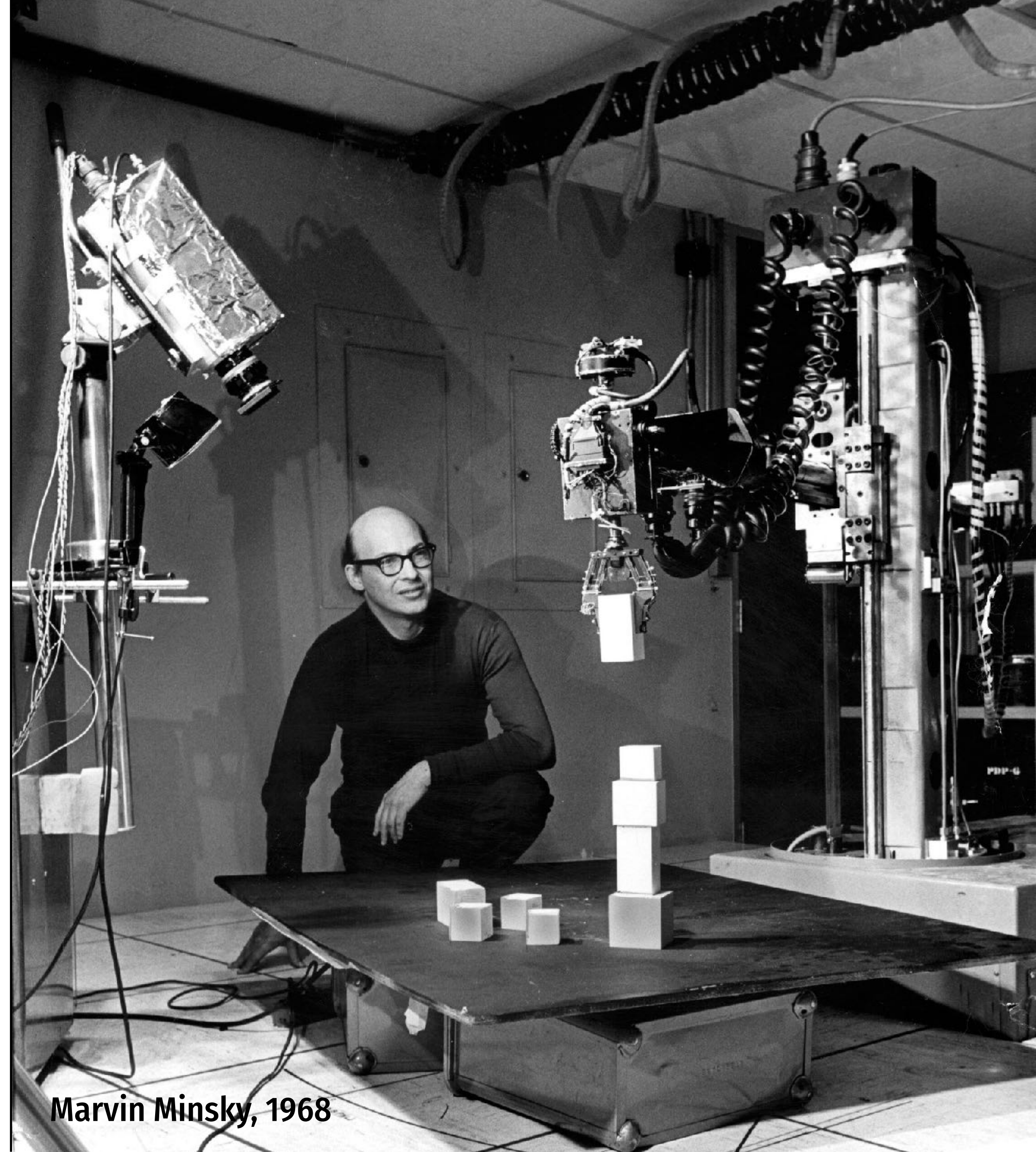
## Le premier âge d'or

Les chercheurs s'attaquent à tous les problèmes et obtiennent des résultats remarquables:

- Le théoricien logique (1956) capable de prouver 38 des 52 théorèmes des Principia Mathematica;
- Le "General Problem Solver" (1959), un solveur de problèmes universel;
- Eliza (1966), la grand-mère d'Alexa (Amazon) qui est un chatbot rudimentaire mais convaincant à l'époque;
- L'algorithme A\* (1968) permettant la planification du robot Shakey.

"Within ten years a digital computer will be the world's chess champion"

M.Minsky, 1958



Marvin Minsky, 1968

## Les folles promesses

---

Les promesses originelles n'ont pas été tenues, ce sera le premier hiver de l'IA (1975-1980).

Il sera suivi d'un deuxième hiver à la fin des années 80 (après un bref engouement pour les systèmes experts).

“Machines will be capable, within twenty years, of doing any work a man can do.”

**H. Simon, 1965**

“In from 3 to 8 years we will have a machine with the general intelligence of an average human being.”

**M. Minsky, 1970**

**Ex Machina, A. Garland, 2014**



## La renaissance

---

- Les robots aspirateurs sont entrés dans les foyers (iRobot)
- DeepSense (Facebook) surpasse les performances humaines
- La traduction automatique marche pas trop mal (DeepL)
- Les assistants intelligents sont déployés (chatbots)
- Les voitures deviennent (presque) autonomes

“Artificial intelligence will reach human levels by around 2029”

**R. Kurzweil, 2008**

“We tend to overestimate the effect of a technology in the short run and underestimate the effect in the long run.”

**R. Amara, 2006**





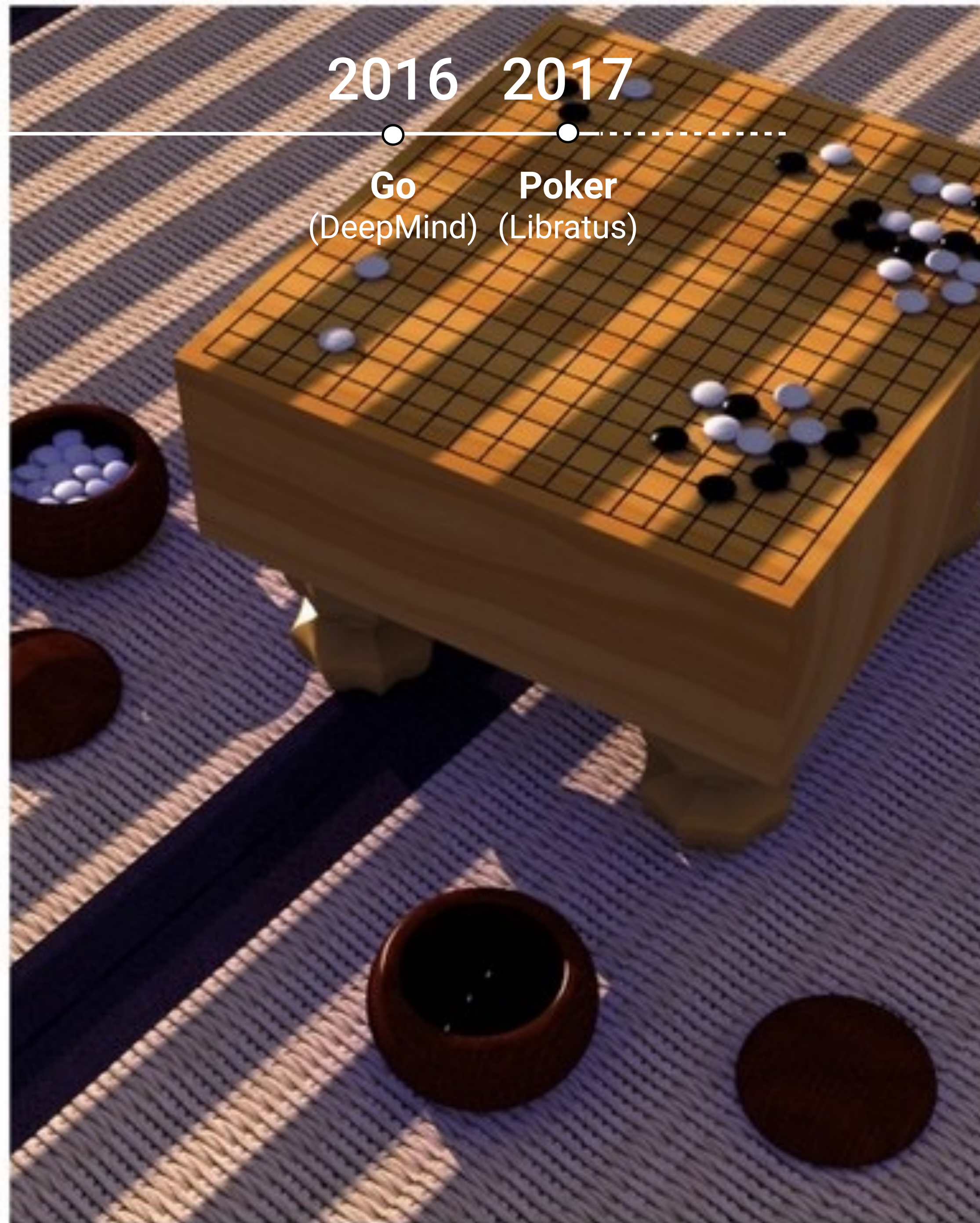
1968

Dames  
(Chinook)



1997

Echecs  
(Deep blue)



2016

2017

Go  
(DeepMind)

Poker  
(Libratus)



## Eliza 2.0 (GPT-3)

---

Q: What is your favorite animal?

A: My favorite animal is a dog.

Q: Why?

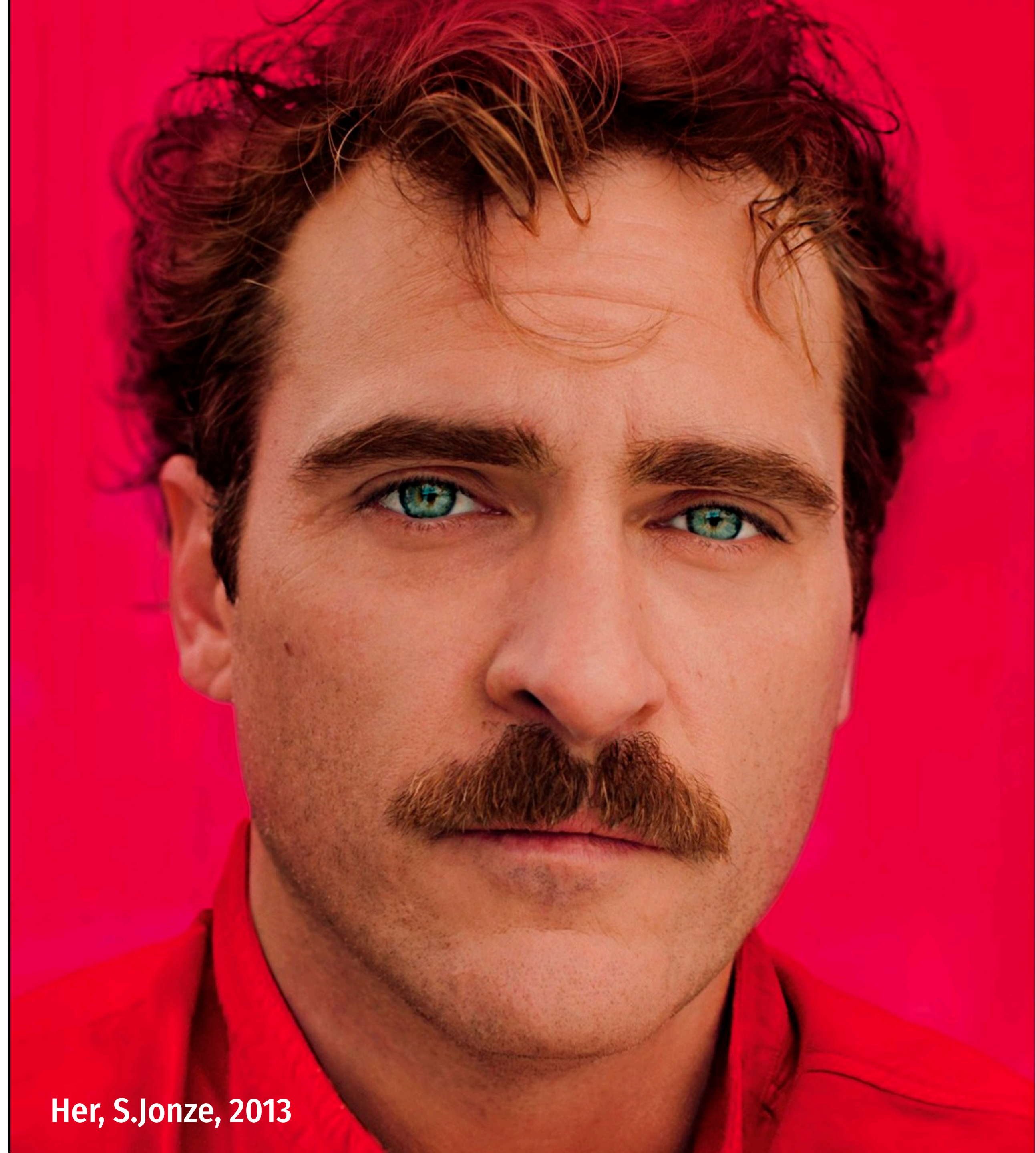
A: Because dogs are loyal and friendly.

Q: What are two reasons that a dog might be in a bad mood?

A: Two reasons that a dog might be in a bad mood are if it is hungry or if it is hot.

Q: How many eyes does a giraffe have?

A: A giraffe has two eyes.



Her, S.Jonze, 2013

## Quelques échecs retentissants

---

- Un algorithme de reconnaissance d'image confond des humains avec des gorilles (2015, Google)
- Des robots serveurs sont licenciés (2016, Chine)
- Tay interagit avec des internautes et devient raciste en moins d'une journée (2016, Microsoft)
- Un véhicule autonome percute et tue un piéton (2017, Uber)
- Alexa se réveille à 4 heures du matin et met la musique à fond. La police intervient (2017, Amazon)
- Une nouvelle mesure en physique: la taupe (2018, AFP)



Tay, Microsoft, 2016

## Le paradoxe de Moravec

Les avancées récentes en IA reposent avant tout sur l'exploitation d'énormes volumes de données et une puissance de calculs sans précédent.

Mais cela ne rend pas compte de la diversité de l'intelligence humaine.

“It is comparatively easy to make computers exhibit adult level performance on intelligence tests or playing checkers, and difficult or impossible to give them the skills of a one-year-old when it comes to perception and mobility”

H. Moravec, 1988



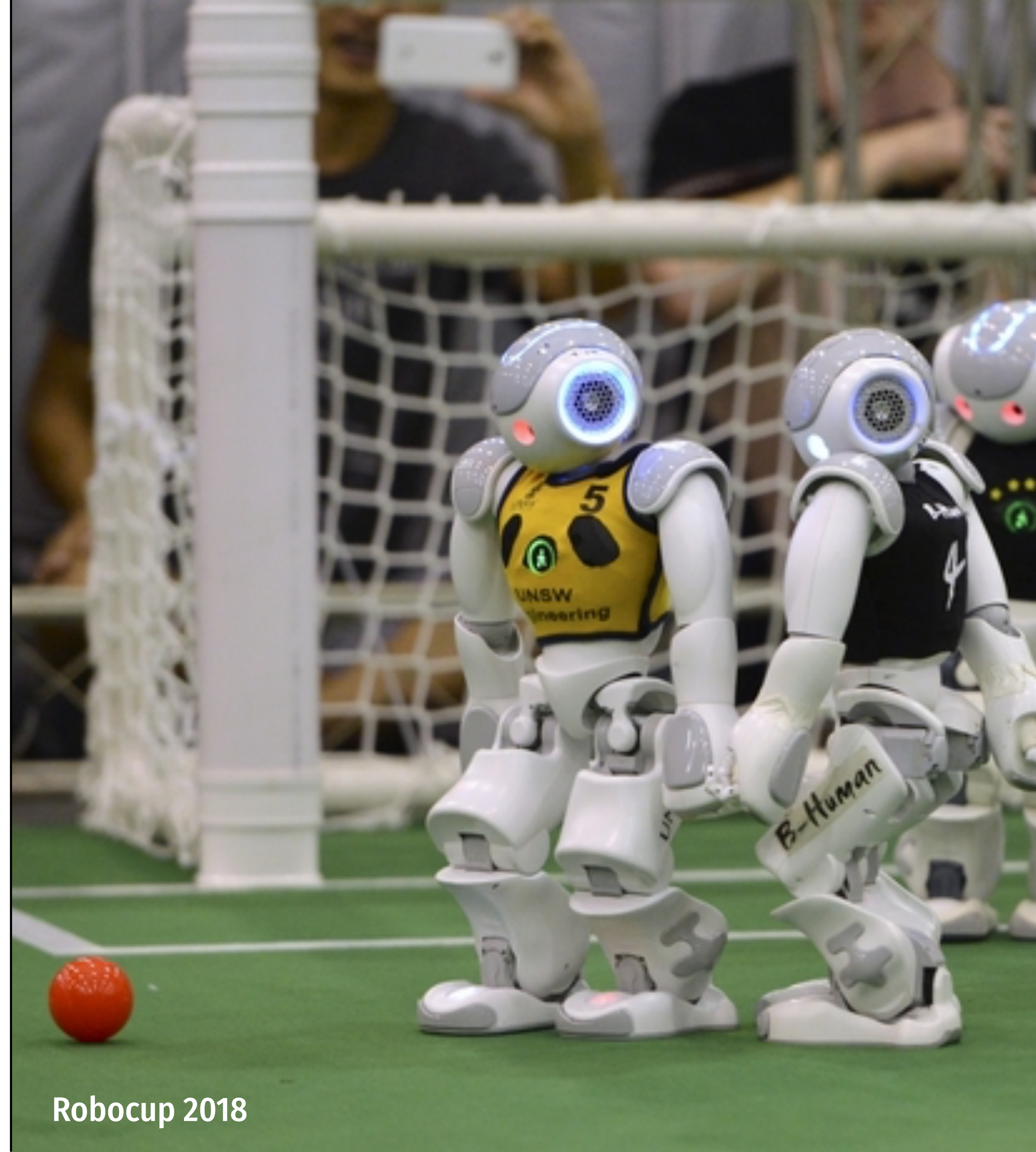
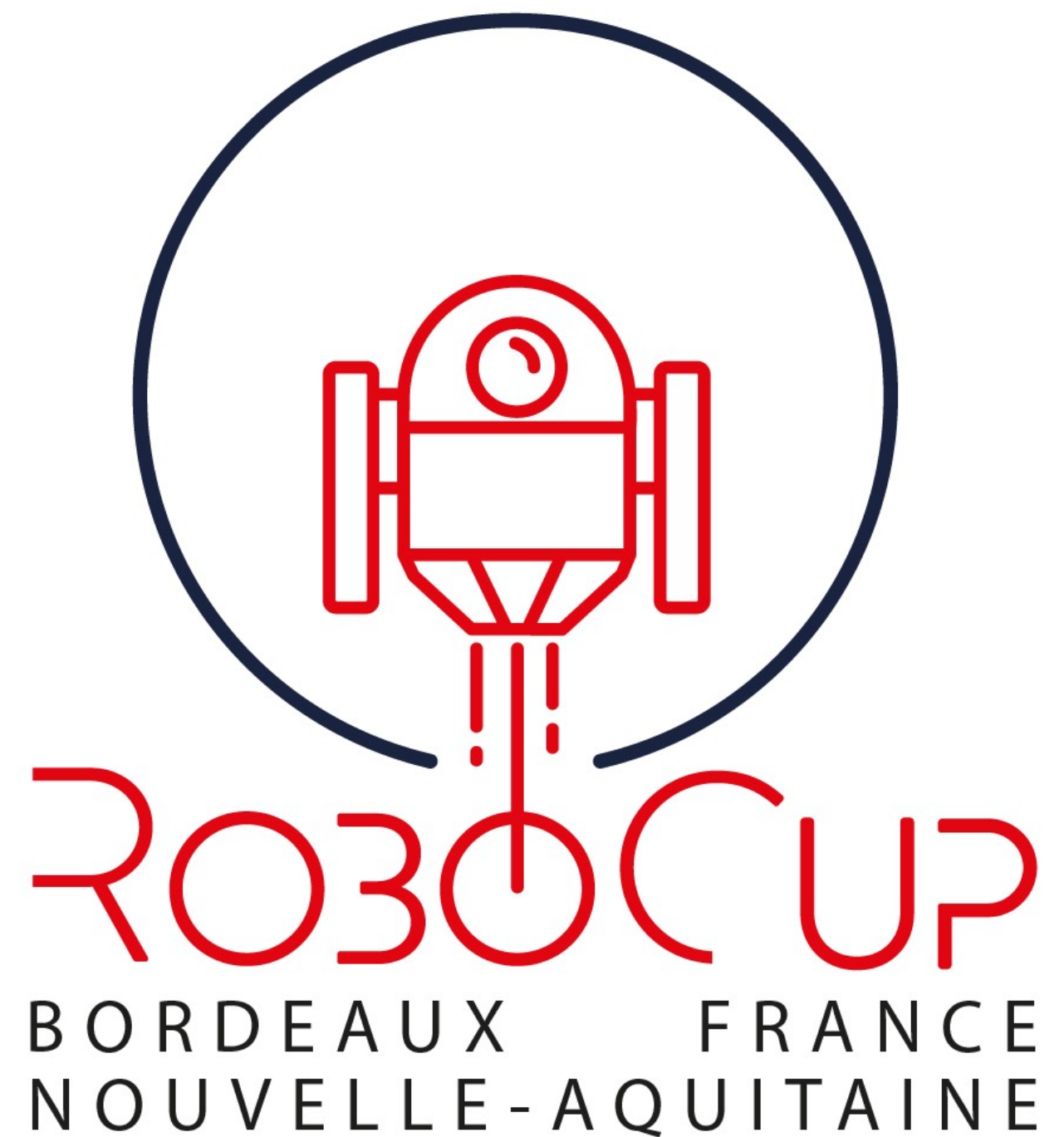
Illustration (c) 2012 S. Iwasawa

LES DÉFIS DU MONDE RÉEL

## La maîtrise du corps

Si le champion du monde d'échecs, de go et de poker est un programme, en ce qui concerne le football on en est encore loin.

Mais vraiment très loin.

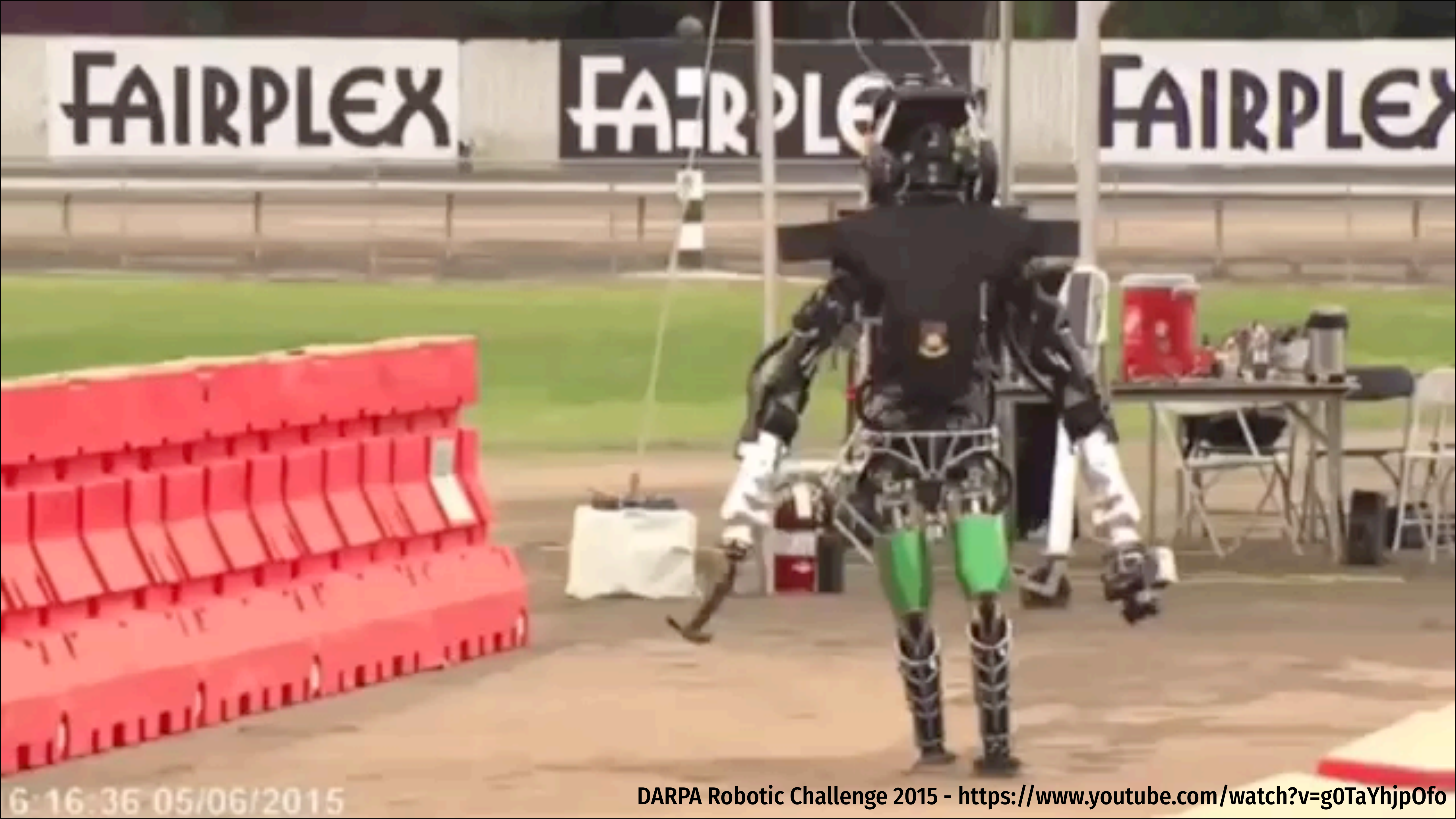


Robocup 2018

FAIRPLEX

FAIRPLE

FAIRPLEX



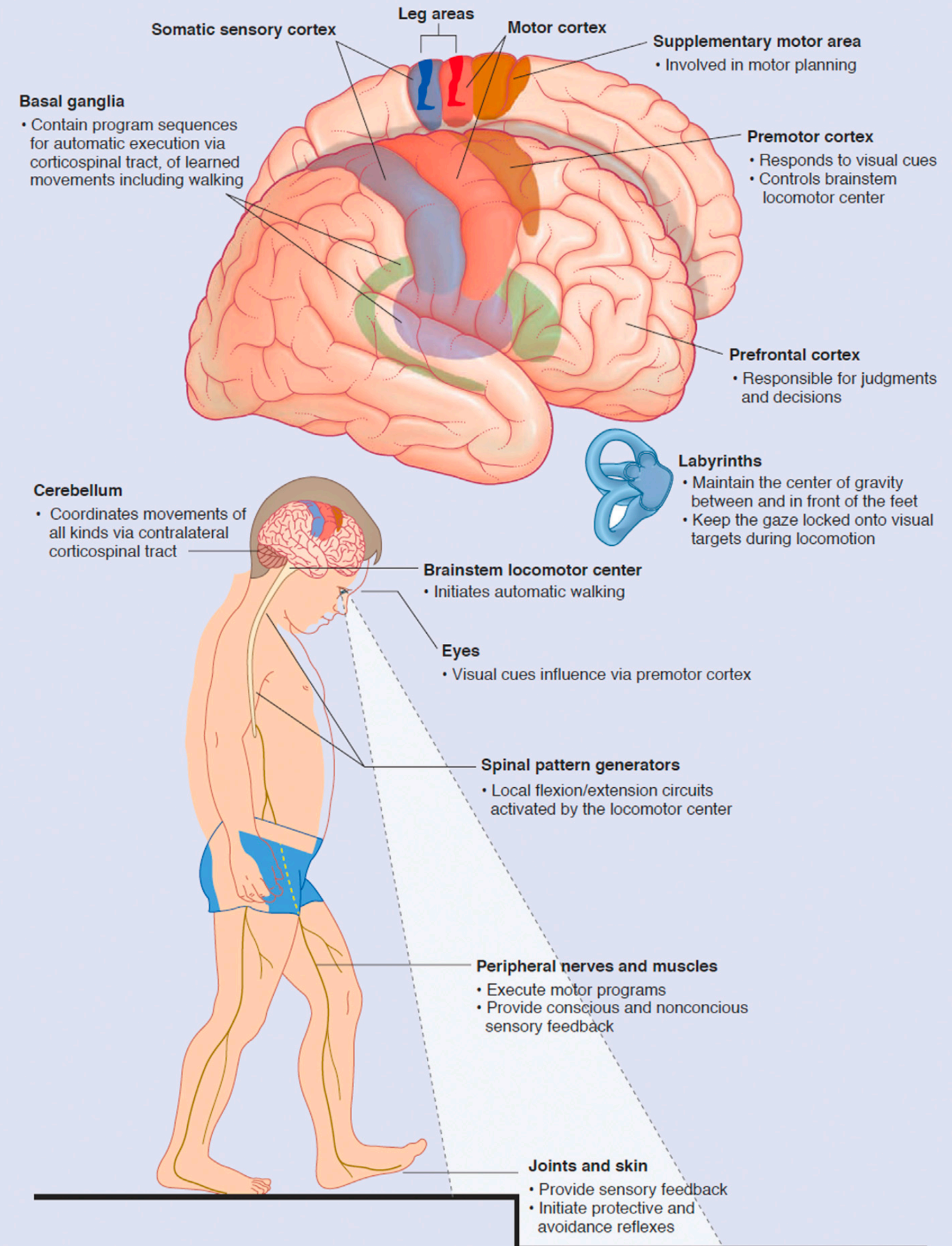
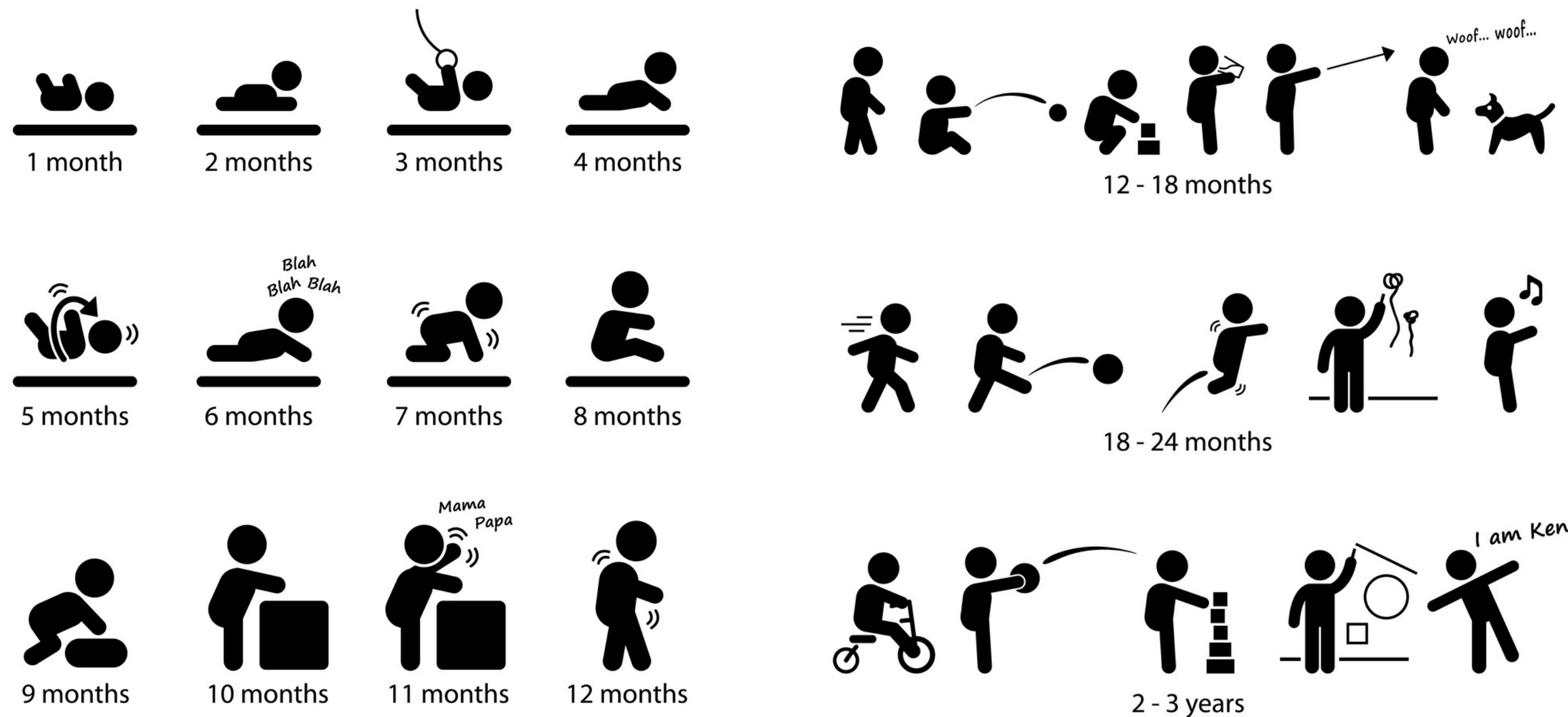
6:16:36 05/06/2015

DARPA Robotic Challenge 2015 - <https://www.youtube.com/watch?v=g0TaYhjpOfo>

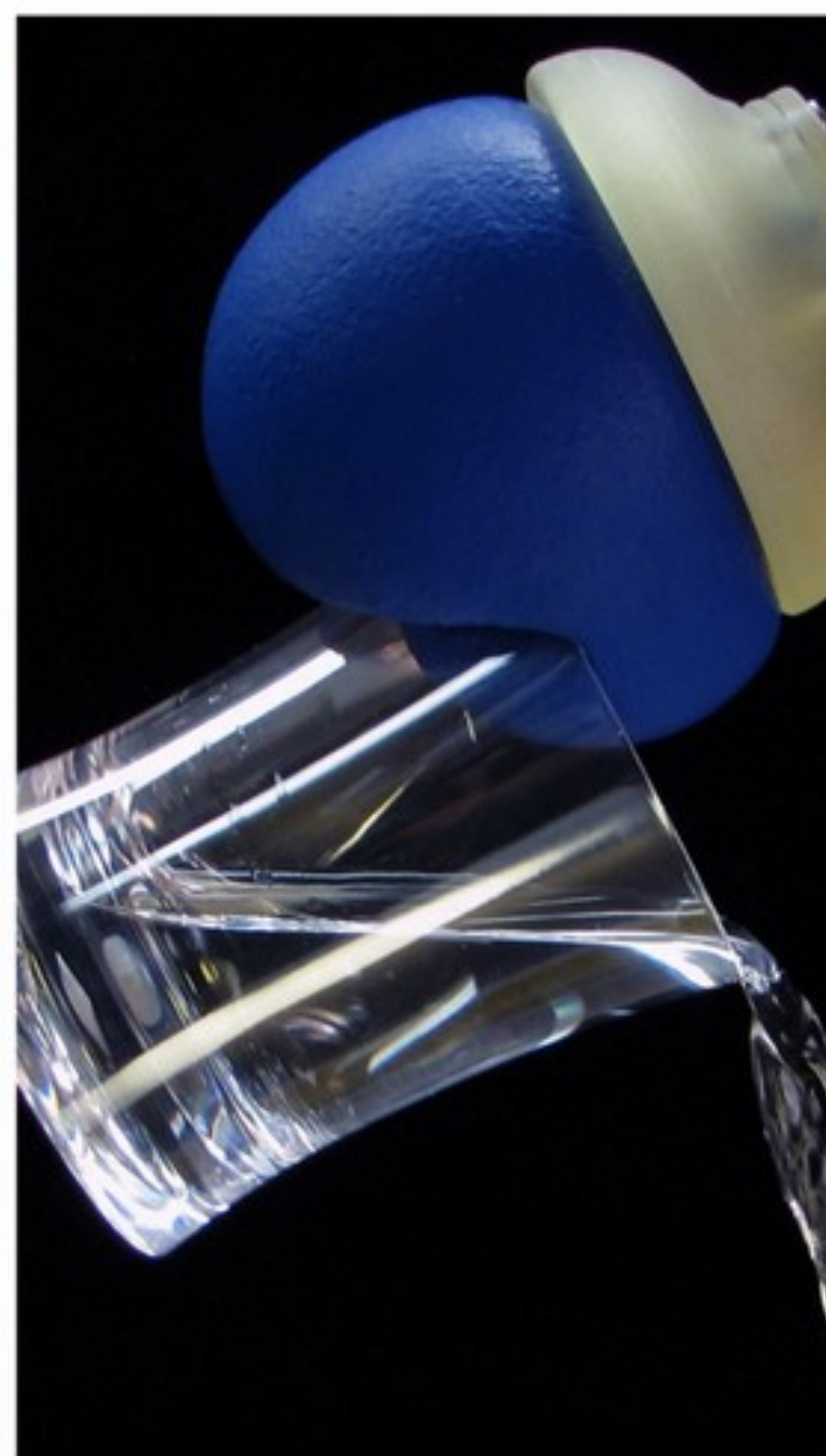
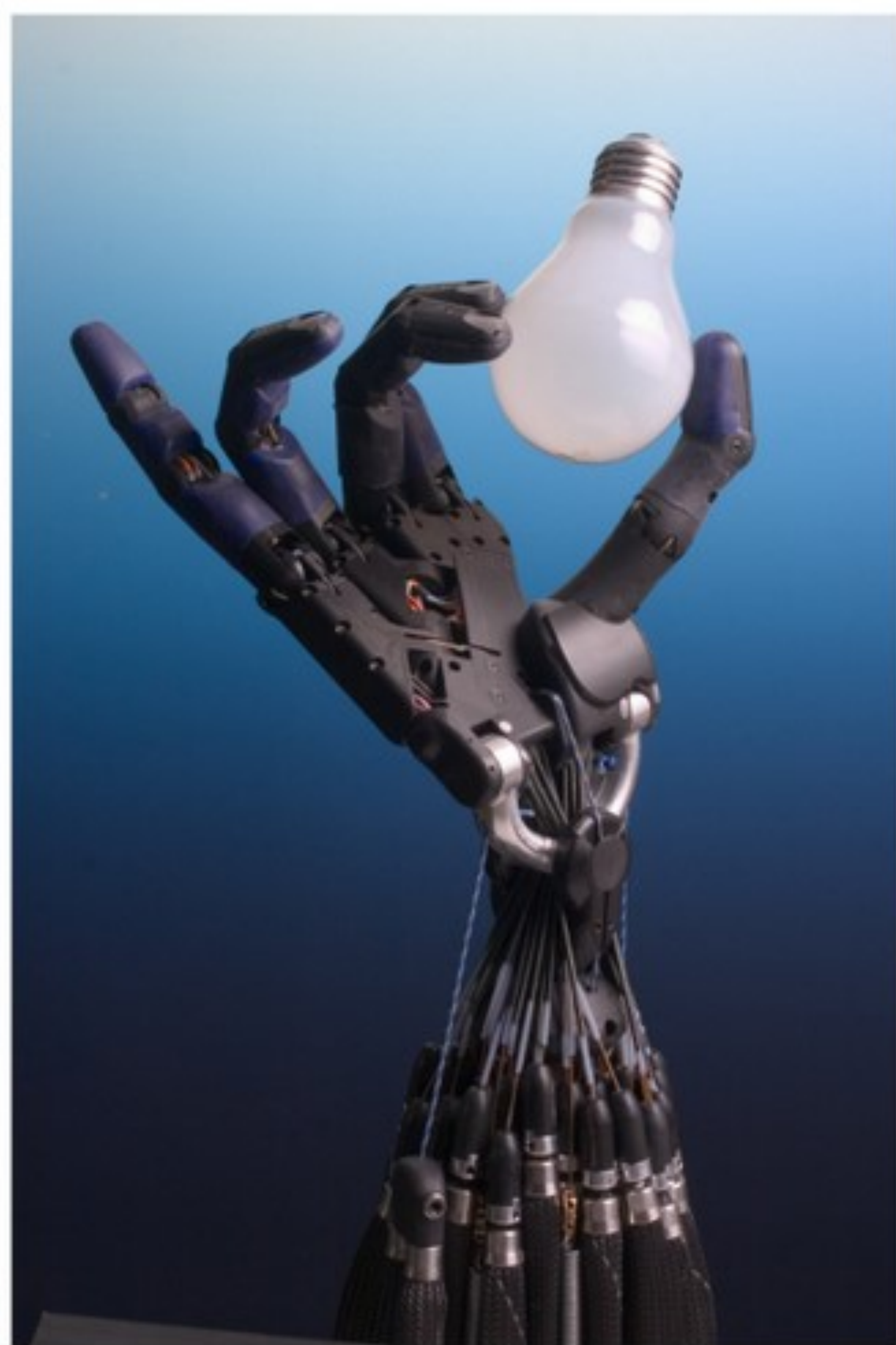
# L'apprentissage du corps

L'apprentissage chez l'enfant est incrémental et progressif et se déroule selon des grandes étapes stéréotypées. Les mémoires motrices et sensorielles qui se forment durant cette période vont être conservées tout au long de la vie.

La forme même du corps est fondamentale pour cet apprentissage car il le simplifie.











**Olivier Ly**  
(Rhuban team, Robocup)

# World Champions 2018



**Kylian Mbappé**  
(French team, FIFA World Cup)



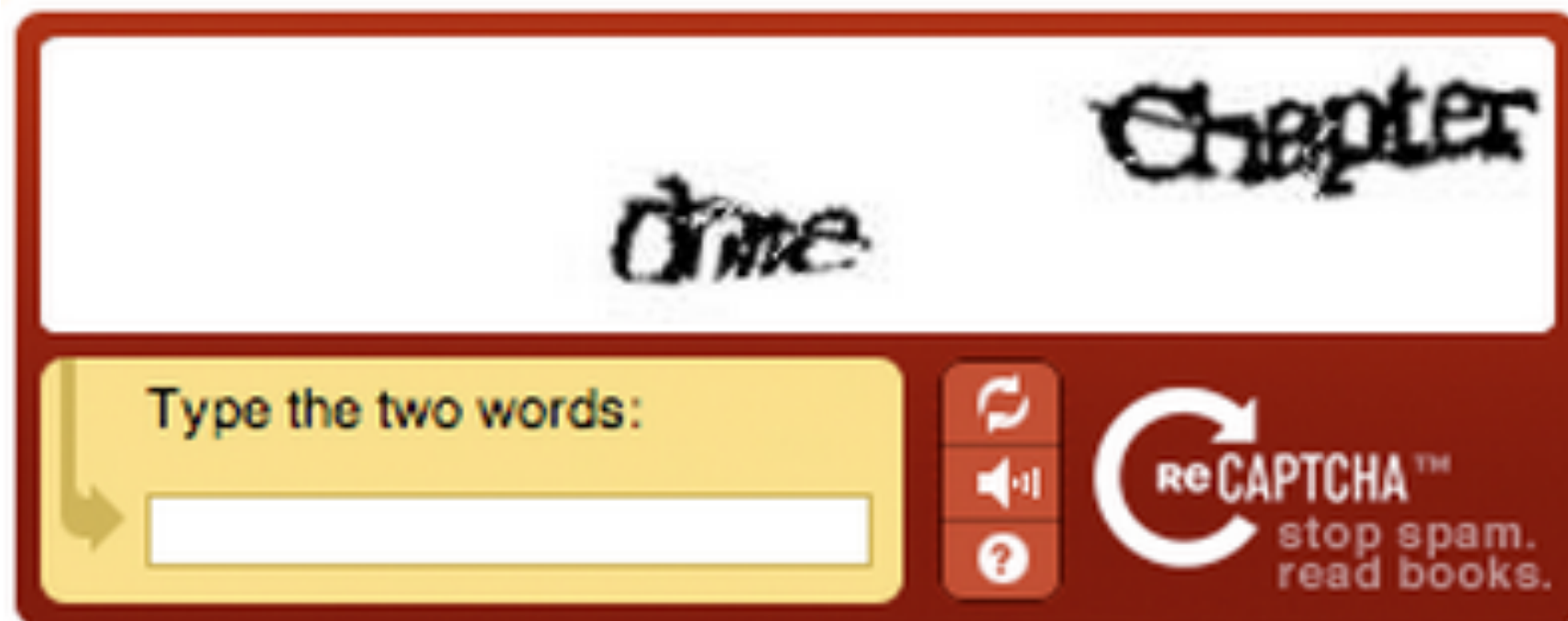
# ***Humans vs Robots***

# Etes-vous humain ?

Is Fire hot or cold? (required)

Why did the chicken cross the road?

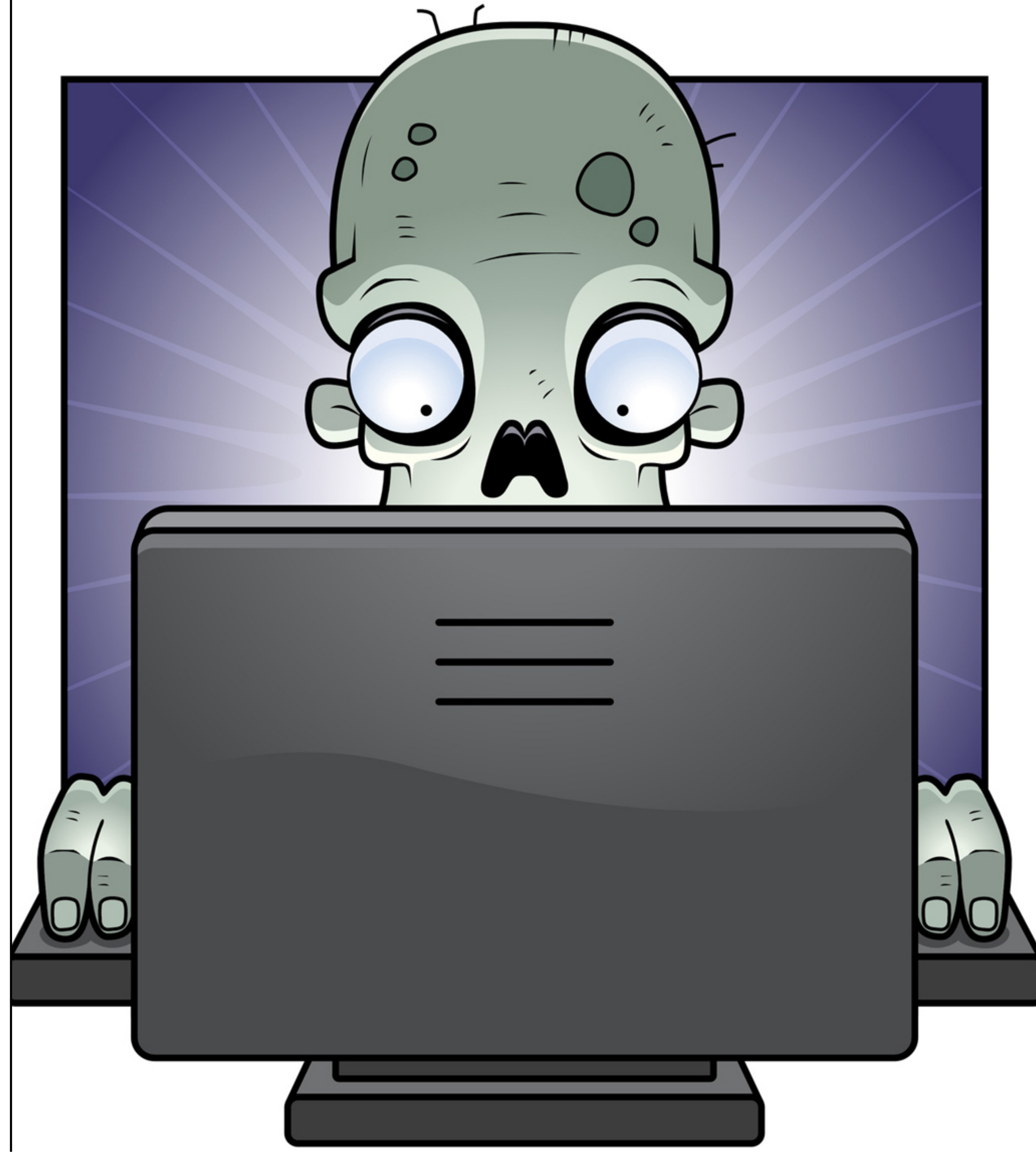
- To get to the other side
- Dark brown with a hint of red
- Welcome to Fantasy Island



Crime Chapter

Type the two words:

reCAPTCHA™  
stop spam.  
read books.



## Perroquet stochastique (GPT-3)

Q: How do you sporgle a morgle?

**A: You sporgle a morgle by using a sporgle.**

Q: How many bonks are in a quoit?

**A: There are three bonks in a quoit.**

Q: How many rainbows does it take to jump from Hawaii to seventeen?

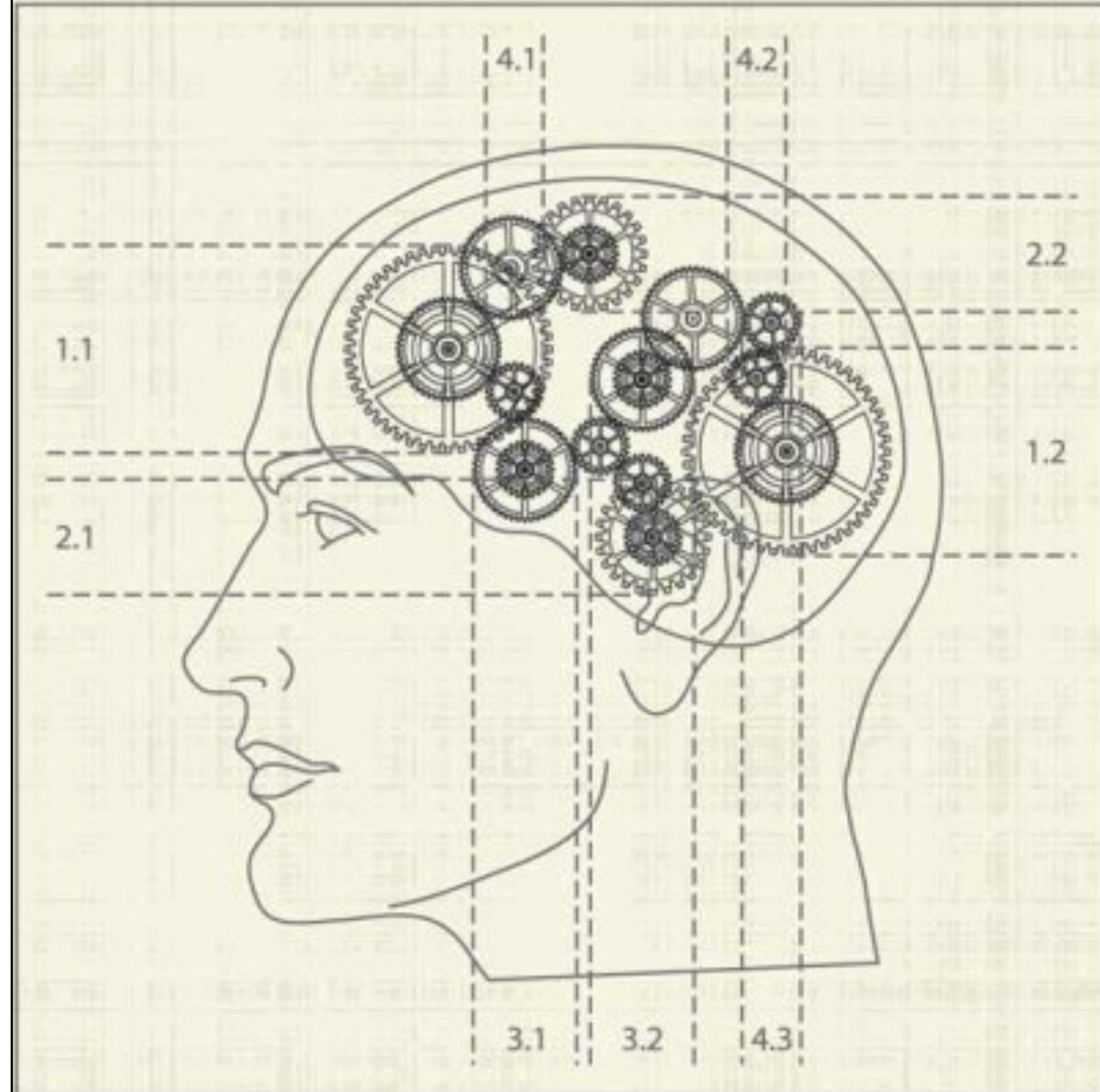
**A: It takes two rainbows to jump from Hawaii to seventeen.**

Q: Which colorless green ideas sleep furiously?

**A: Ideas that are colorless, green, and sleep furiously are the ideas of a sleep furiously.**

Q: Do you understand these questions?

**A: I understand these questions.**

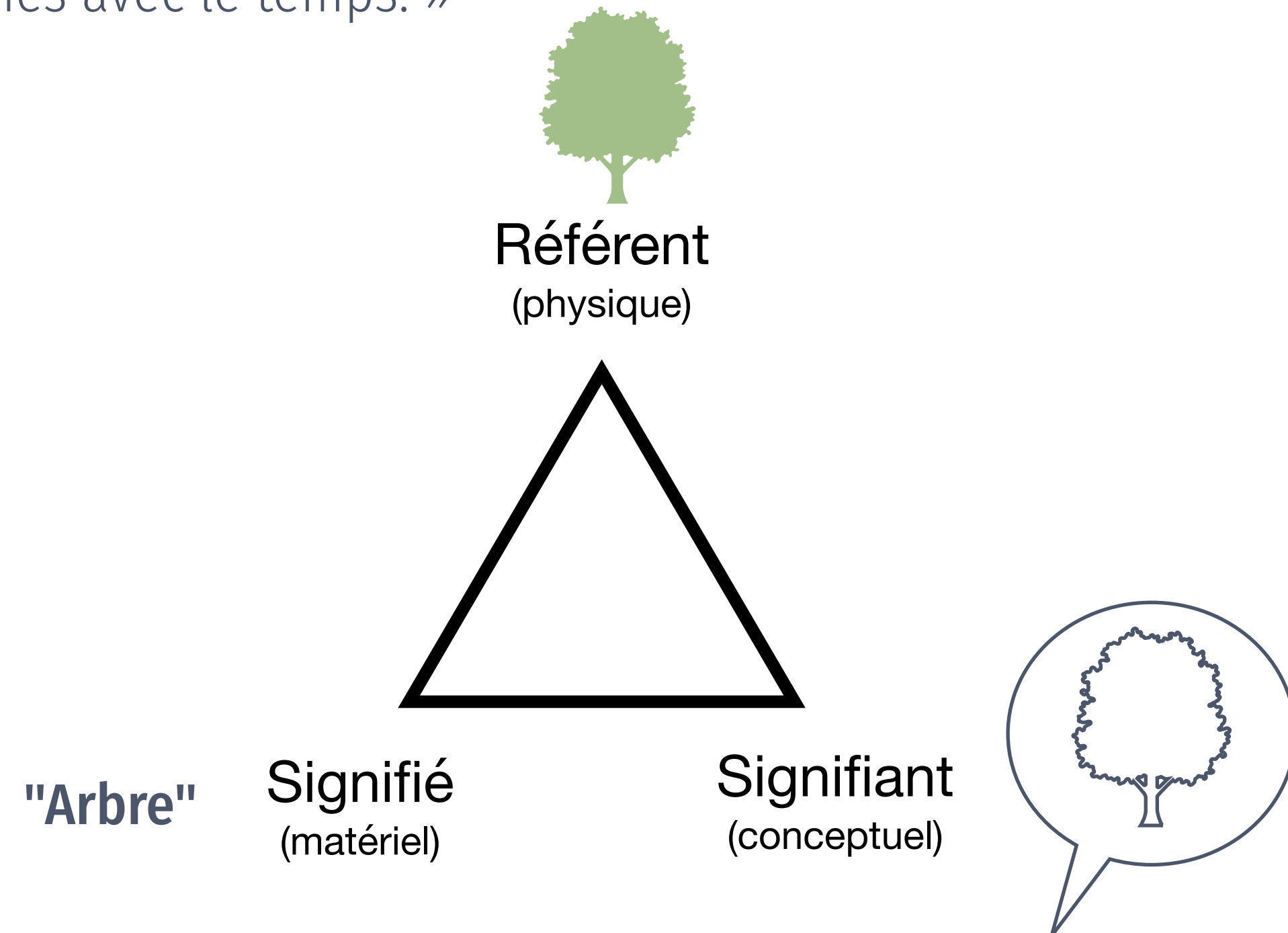






## L'histoire de ma vie (H. Keller, 1905)

« Soudain, j'ai eu une conscience vague de quelque chose d'oublié – le frisson d'une pensée qui me revenait – et le mystère du langage m'a alors été révélé. J'ai su que "eau" signifiait la merveilleuse chose fraîche qui ruisselait sur ma main. Cette parole vivante a réveillé mon âme, lui a donné la lumière, l'espoir, la joie, l'a libéré ! Il y avait encore des obstacles, c'est vrai, mais des obstacles qui pourraient être éliminés avec le temps. »



Helen Keller (1880 - 1968)

## Les problèmes durs

---

- Apprendre en quelques essais
- Apprendre en permanence
- Apprendre à apprendre
- Généraliser et oublier
- Ethique et biais
- **Ancrage du symbole**
- Intelligence générale
- Conscience artificielle (ou pas)

“AI is very, very stupid”

**A. Moore (Google AI Lab), 2018**

“L’ordinateur est complètement con”

**G. Berry (Collège de France), 2016**



**2001: A Space Odyssey, S. Kubrick, 1968**



## Et la conscience ?

---

On ne sait pas. Certains répondent oui (IA forte), d'autres non (IA faible). Mais dans tout les cas, on sait qu'il faut un corps et apprendre.

Et comme la cognition dépend du corps, il n'est pas sûr au final que l'on puisse la comprendre.



## Conseils de lecture

---

### **The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience**

Francisco J. Varela, Evan T. Thompson & Eleanor Rosch (1992), MIT Press

### **Being There: Putting Brain, Body, and World Together Again**

Andy Clark (1996), MIT Press

### **La Révolution de l'Intelligence du Corps**

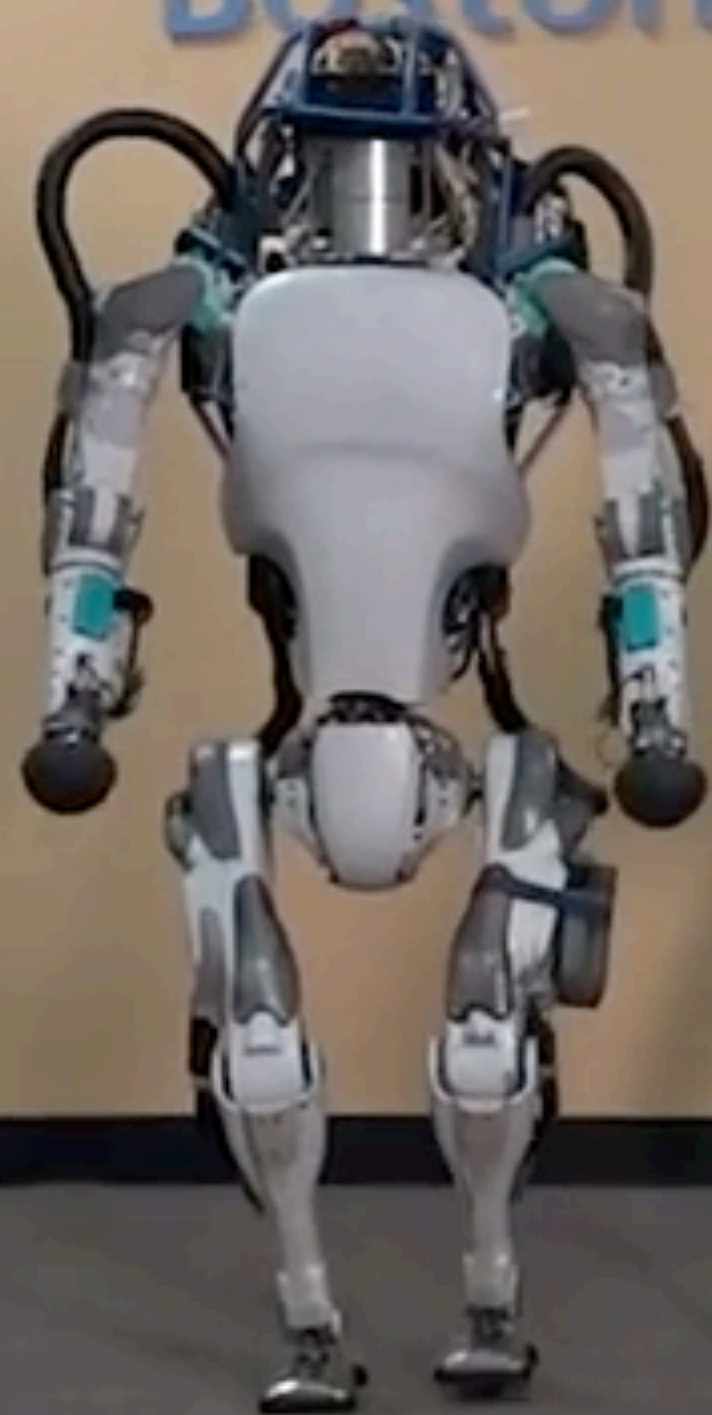
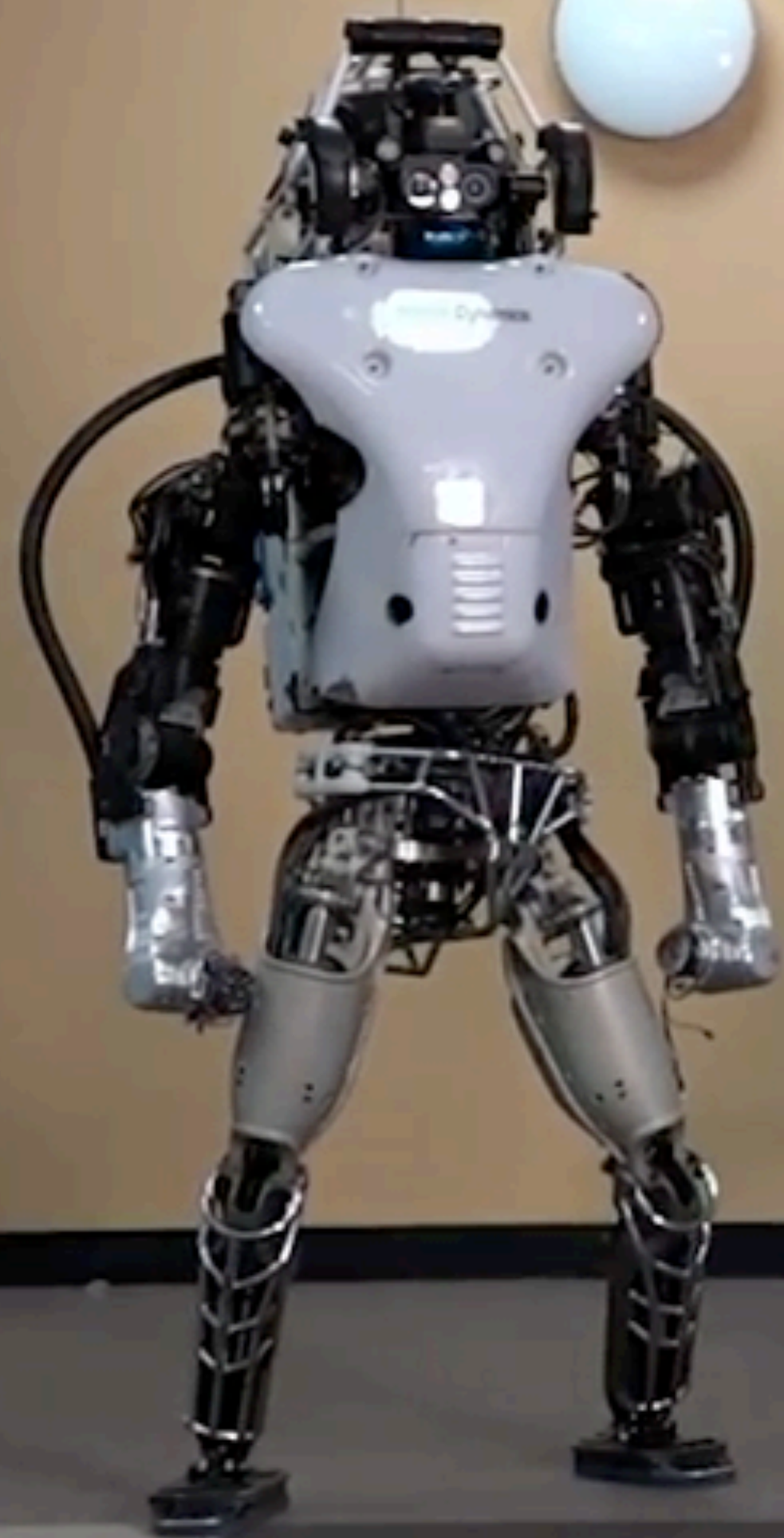
Rolf Pfeifer & Alexandre Pitti (2012), Manuela éditions



# LA RÉVOLUTION TION DE L'INTEL- LIGENCE DU CORPS

**ROLF PFEIFER &  
ALEXANDRE PITTI**

**MANUELLA ÉDITIONS**



Boston Dynamics



Boston Dynamics