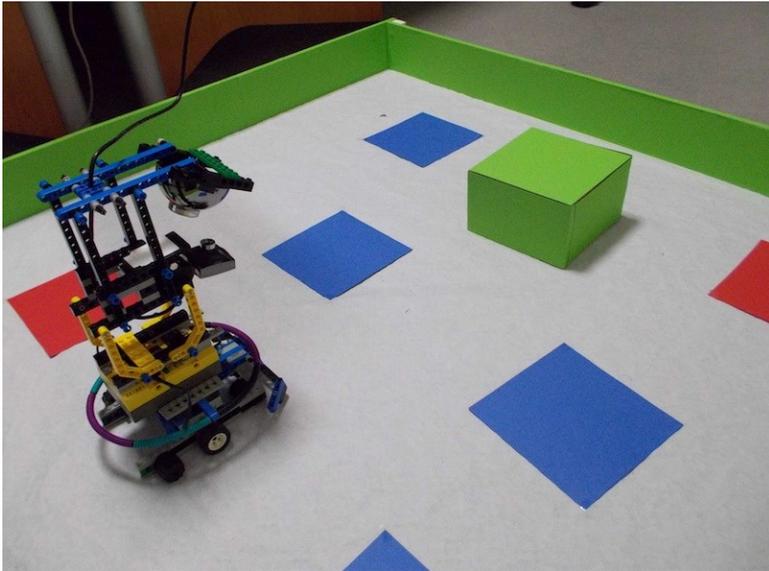


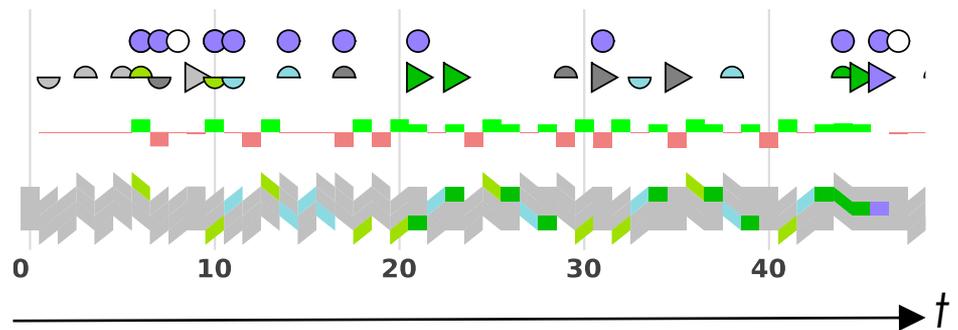
# Intelligence Artificielle Développementale



21 Octobre 2022

Olivier.georgeon@gmail.com

<http://www.oliviergeorgeon.com>



# Déroulement du cours

**UE « IA et Cognition » (30h): Marie Lefevre**

**Module « IA Développementale » (12h)  
Olivier Georgeon**

- Vendredi 14 octobre: 3h
- **Vendredi 21 octobre: 3h**
- Mercredi 26 octobre: 3h
- Vendredi 28 octobre: 3h
  
- Contrôle des connaissances:
  - TD par groupe de 2: 40% de la note de contrôle continu
  - Examen final: 7 points sur 20

# Objectifs pédagogiques

## Après ce cours, vous serez capables de:

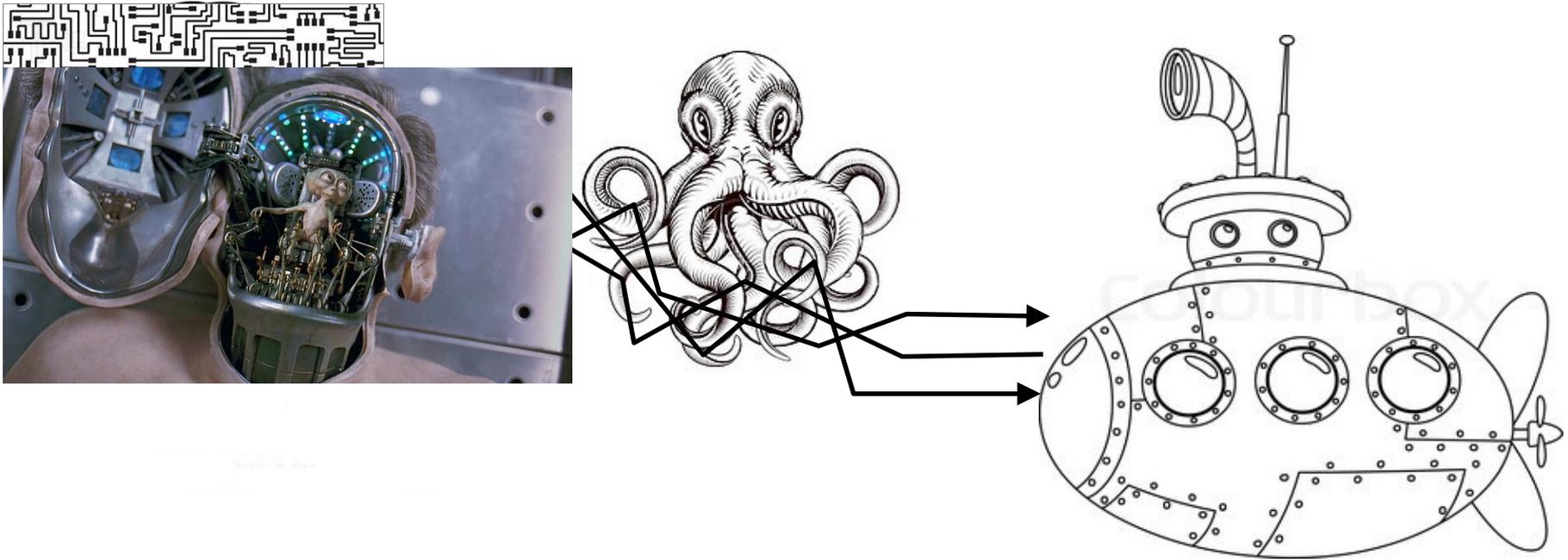
- Cours
  - Expliquer ce qu'est l'IA développementale
  - Différencier IA en domaine modélisé / non modélisé
  - Nommer quelques auteurs de référence dans ce domaine
- TD
  - Implémenter un agent minimaliste dans lequel on ne code pas a priori une ontologie du "monde".

# Séance 2: Plan

- **Séance précédente**
  - La critique ontologique de l'IA
  - La critique téléologique de l'IA
- **Intelligence artificielle dans un domaine non modélisé a priori**
  - Inversion du cycle d'interaction
  - Déterminisme et cognition
- **Travaux pratiques**
  - Agent 1
  - Agent 2

# Inversion du cycle d'interaction

# IA sans domaine modélisé a priori



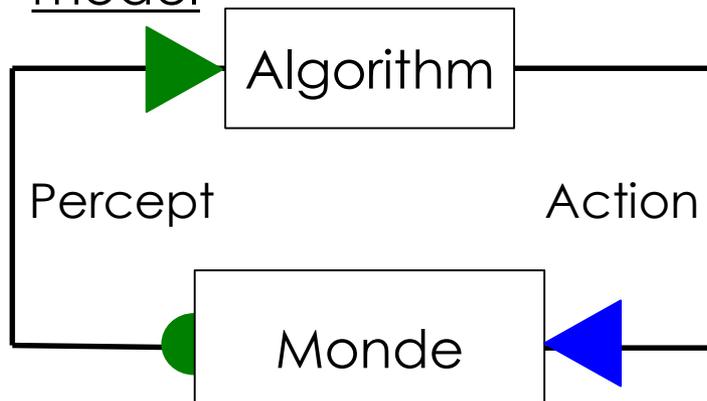
O'Regan & Noë (2001)

A sensorimotor account of vision and visual consciousness

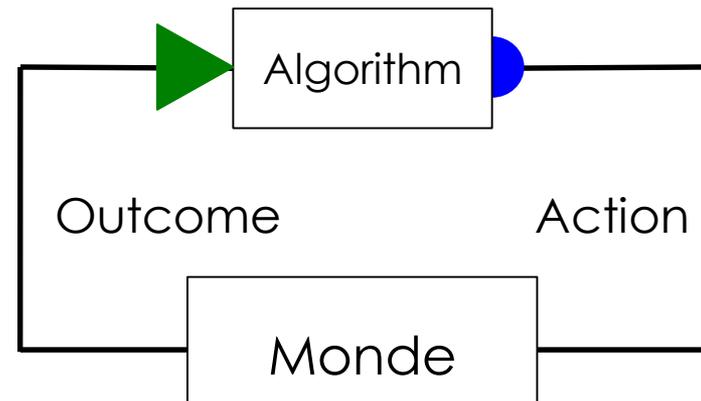
# Inversion du cycle d'interaction

- “The problem of AI is to build agents that **receive percepts from the environment and perform actions**” (Russell et Norvig, 2003, p. iv)
- By observing the **structure of the changes** that occur **when they press various buttons and levers** (O'Regan & Noë 2001, p. 940).

a) Traditional model



b) Inverted model



La complexité des **données d'entrée** n'a pas besoin d'être proportionnelle à la complexité du monde

# Inversion du cycle d'interaction

- **Neurosciences**

- Active inference
  - Friston (2017) Active inference, a process theory.
  - <https://youtu.be/WzFQzFZiwzk?t=1265>
- O'Regan – Laming
  - On the distinction between “sensorimotor” and “motorsensory” contingencies (2001)

- **Robotique**

- Rolf Pfeifer
  - From perception to action: The right direction? (1994)
- Georgeon O. & Cordier A.
  - Inverting the interaction cycle to model embodied agents (2014)
- Asada & Nagai
  - Predictive learning of sensorimotor information as a key for cognitive development. (2015)

# Deux épistémologies en concurrence

- Hypothèse « représentationnaliste » ou « réaliste »
  - Les données d'entrée représente des aspects de la réalité (percepts)
- Hypothèse « constructiviste » ou « interactionniste »
  - Les données d'entrées informent sur les possibilités d'interaction (résultat d'une action)

# Déterminisme et cognition

# Déterminisme

**Je suis un système déterministe**

**Je suis un système non déterministe**

# Déterminisme et prédictibilité

## Déterministe

- Chaque état du système découle de manière univoque de l'état précédent
- Si on « ré-exécute » le système, il se comportera exactement de la même manière

## Prédictibilité

- Possibilité de prévoir l'état futur d'un système

# Sources d'imprédictibilité

## Indéterminisme

- physique quantique

## Incertitude

- Connaissance imparfaite des lois
- Connaissance imparfaite des conditions initiales

## Complexité

- Moyens de calcul insuffisants

## Irréductibilité computationnelle

- L'algorithme qui simule le système ne peut pas être court-circuité pour prédire directement le résultat à l'étape  $n$ .

# Imprédictibilité déterministe

## Problème des trois corps

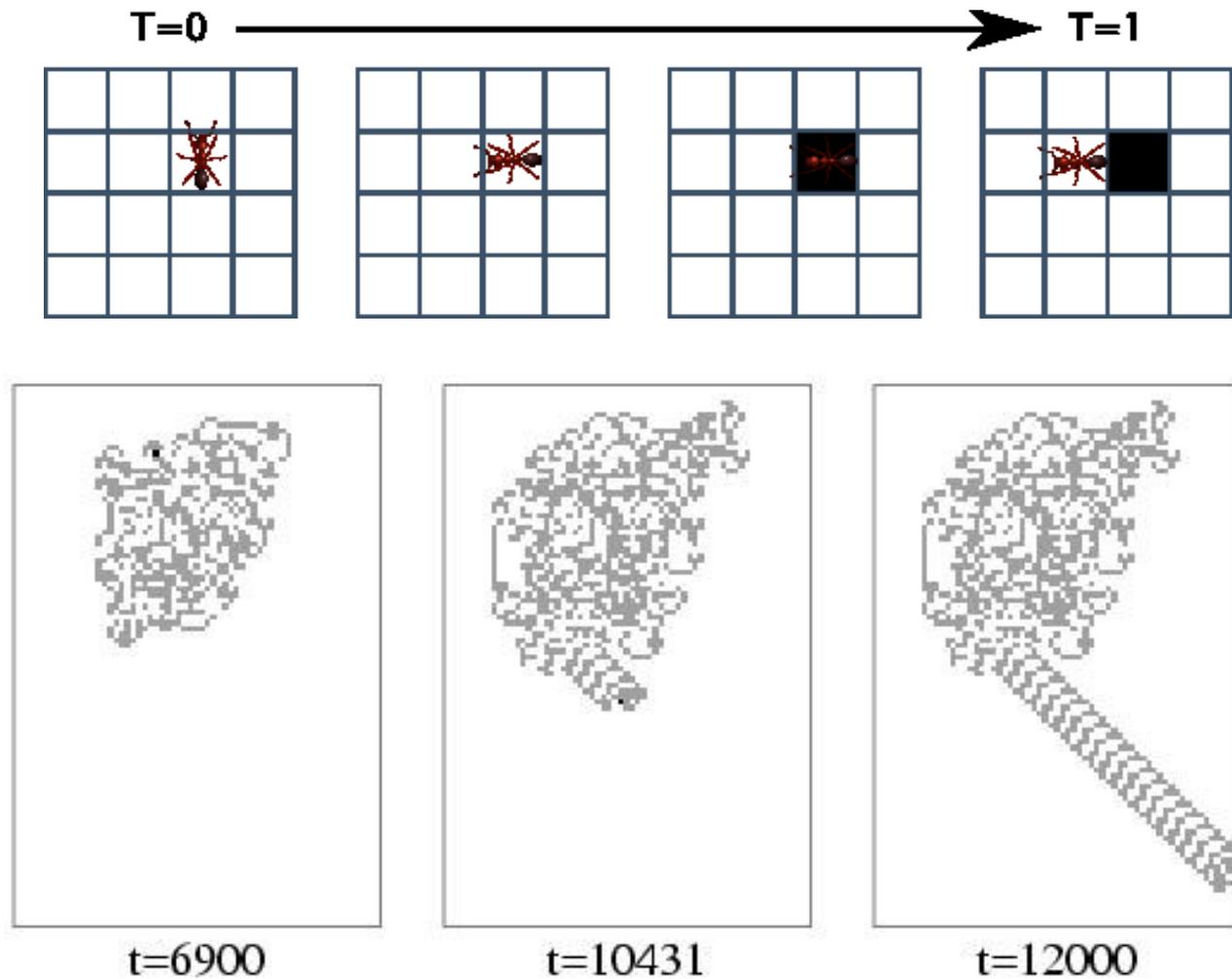
- Résoudre les équations de Newton de  $N$  corps interagissant gravitationnellement
- Henri Poincaré

## Jeu de la vie de Conway

## Fourmi de Langton

- <https://youtu.be/qZRYGxF6D3w>

# Fourmi de Langton



# Idées Clés

## L'humain est peut être déterministe mais néanmoins libre

- *Théorie évolutionniste de la liberté* (Dennett 2003).

## Système déterministe peut être imprédictible.

- Inutile d'utiliser la Fonction Random() pour générer des comportements imprédictibles.
- Hervé Swirn



## Un système déterministe peut « s'individualiser »

- En fonction des conditions initiales
- En fonction d'expériences individuelles
- *Autonomie constitutive* (Froese & Ziemke 2009).

## Emergence de « macro-propriétés »

- Souvent non démontrable mais observable depuis un niveau d'observation supérieur

# Travaux dirigés

## Séance 2

# Consignes pour les TP

- **Par groupe de 2.**
- **Rendre un seul rapport à la fin**
- **Indiquer bien le nom des deux membres du groupe**
- **Envoyer par mail à [olivier.georgeon@gmail.com](mailto:olivier.georgeon@gmail.com) pour le 9 décembre 2022 23h59**
- **Pour chaque agent**
  - Décrire les principes de l'algorithme que vous avez implémenté
  - Inclure des captures d'écran des traces affichées à la console dans différents environnements
  - Expliquer les comportements obtenus en vous appuyant sur les traces.
- **Conclure sur ce que vous retirez de cette expérience et suggestions de comment aller plus loin (Activité 4)**

# Setup

Suivre la procédure écrite ici <https://github.com/OlivierGeorgeon/TestROS/wiki/Implementer-un-agent-rudimentaire>

Créer un nouveau projet python dans votre environnement de développement Python favori (par exemple Pycharm) contenant le fichier world.py. Vous avez deux méthode possibles :

- Cloner le repository <https://github.com/OlivierGeorgeon/TestROS>
- Créer un nouveau projet et copier le fichiers world.py

Exécuter world.py et vérifiez que vous obtenez la trace d'interaction montrée en Figure 1 sur <https://github.com/OlivierGeorgeon/TestROS/wiki/Implementer-un-agent-rudimentaire>)

# Agent 1 – Qui n'aimait pas s'ennuyer

**Dans le fichier world.py, modifier la class Agent pour créer l'Agent 1 en suivant les instructions :**

**<https://github.com/OlivierGeorgeon/TestROS/wiki/Agent-1>**

**Tester votre agent dans Environment1 puis dans Environment2 en commentant et décommentant les lignes appropriés (lignes 70 et 71 dans le fichier world.py initial)**

# Agent 2 – qui préférerait les interactions positives

**Créer l'Agent2 en suivant les instructions :**

**<https://github.com/OlivierGeorgeon/TestROS/wiki/Agent-2>**

**Tester votre agent dans Environment1 puis dans Environment2 en commentant et décommentant les lignes appropriés (lignes 70 et 71 dans le fichier world.py initial)**

**Modifier la table des valences d'interaction.**