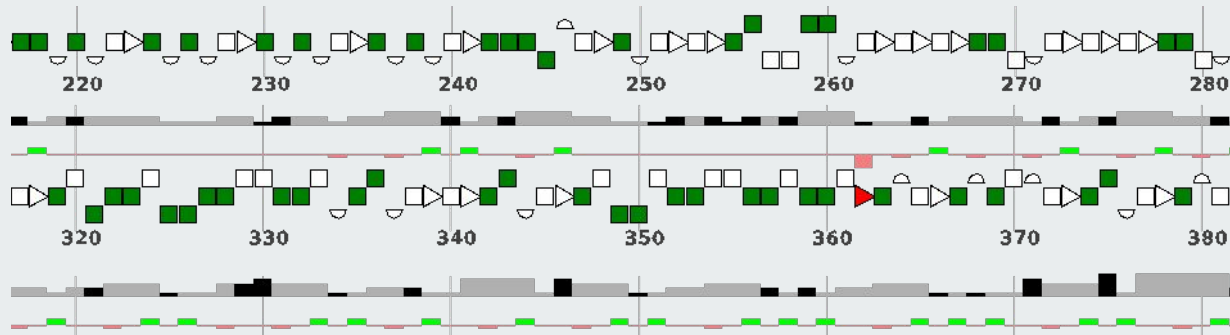




# Vers l'apprentissage hiérarchique de séquences d'interactions





# À l'issue de ce cours, vous saurez...

Comprendre le rôle des contingences sensorimotrices

Avoir une bonne intuition des marges de progrès à explorer

**Implémenter un agent** capable d'apprentissage de **séquences d'interactions** sans connaissance a priori du domaine



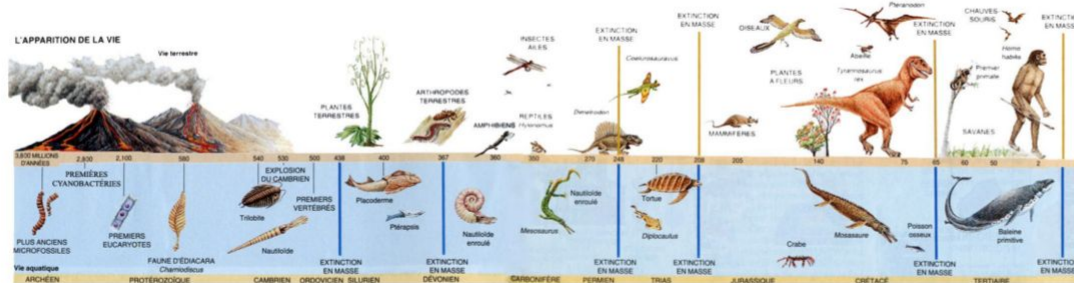
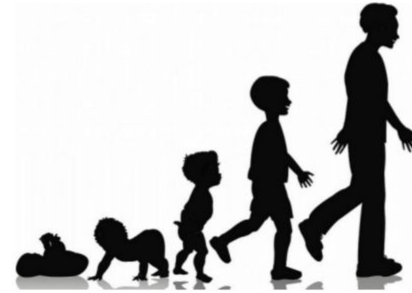
# Résumé des épisodes précédents

Objectif : **apprendre** (découvrir, organiser et exploiter) des **régularités d'interaction** dans le temps et l'espace pour favoriser des critères innés (survie, etc.)

Contrainte : **ne pas encoder de connaissances ontologiques présumées**

Permettre une certaine **autonomie constitutive** par le biais de l'**auto-programmation**

# Ontogénèse





# À propos des contingences sensorimotrices

Imagine a team of engineers operating a remote-controlled underwater vessel exploring the remains of the Titanic, and imagine a villainous aquatic monster that has interfered with the control cable by mixing up the connections to and from the underwater cameras, sonar equipment, robot arms, actuators, and sensors.

What appears on the many screens, lights, and dials, no longer makes any sense, and the actuators no longer have their usual functions. What can the engineers do to save the situation?

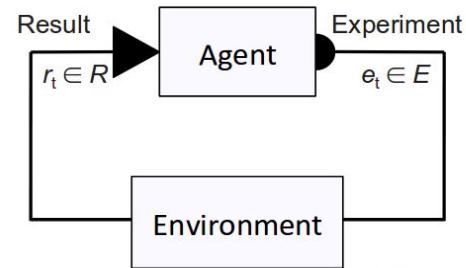
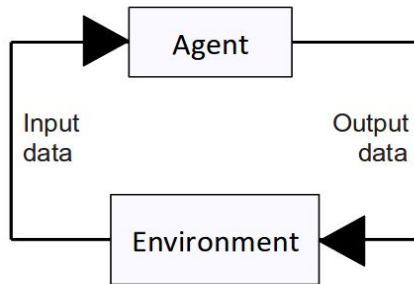
By observing the structure of the changes on the control panel that occur when they press various buttons and levers, the engineers should be able to **deduce** which buttons control which kind of motion of the vehicle, and which lights correspond to information deriving from the sensors mounted outside the vessel, which indicators correspond to sensors on the vessel's tentacles, and so on.

O'Regan & Noë 2001, p. 940. A sensorimotor account of vision and visual consciousness.

# Inversion du cycle d'interaction

Selon Russell et Norvig (*AI, a Modern Approach*), “The problem of AI is to build agents that receive percepts from the environment and perform actions”.

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

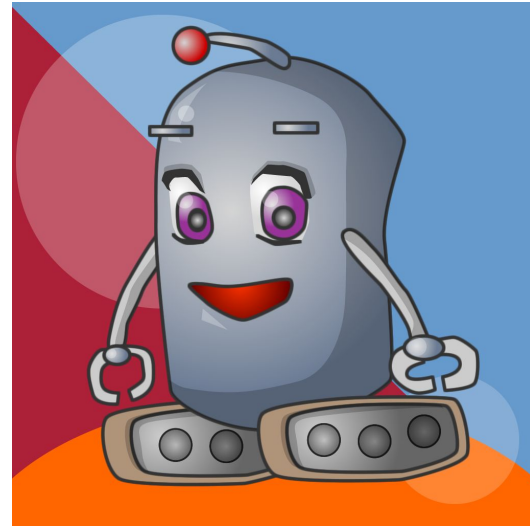


<http://www.oliviergeorgeon.com/paper/Georgeon-BICA2014.pdf>

---

# À vous d'expérimenter avec Little AI

<http://little-ai.com/>





## Que sait-on faire ?

- L'agent dispose d'une représentation spatiale  
<https://www.youtube.com/watch?v=91kKzybt8XY>
- Cela ne fonctionne pas uniquement en simulation  
<https://www.youtube.com/watch?v=tnGJ87jFBM0>
- On utilise des traces pour analyser le comportement de l'agent  
[https://www.youtube.com/watch?v=kbQtaBhK8\\_Y](https://www.youtube.com/watch?v=kbQtaBhK8_Y)





# Comment aller plus loin ?

À vous de jouer !



# Exemples pour aller plus loin

- En environnement continu : <https://www.youtube.com/watch?v=uh-Ne3-jrdk>
- D'autres idées ?

# Exercice, suite...

Implémentez un agent développemental





## Exercice 1 : un algorithme rudimentaire (rappel)

Deux expériences :  $E = \{e_1, e_2\}$

Deux résultats :  $R = \{r_1, r_2\}$

Quatre interactions :  $E \times R = \{i_{11}, i_{12}, i_{21}, i_{22}\}$

Deux environnements :

- $env_1 : e_1 \rightarrow r_1, e_2 \rightarrow r_2$   
(donc  $i_{12}$  et  $i_{21}$  ne se produisent jamais)
- $env_2 : e_1 \rightarrow r_2, e_2 \rightarrow r_1$   
(donc  $i_{11}$  et  $i_{22}$  ne se produisent jamais)

Des système motivationnel :

$v(i_{11}) = 1, v(i_{12}) = 1, v(i_{21}) = -1, v(i_{22}) = -1$

$v(i_{11}) = -1, v(i_{12}) = -1, v(i_{21}) = 1, v(i_{22}) = 1$

$v(i_{11}) = 1, v(i_{12}) = -1, v(i_{21}) = 1, v(i_{22}) = -1$

Consigne :

Implémenter un agent qui **apprend** à effectuer les interactions positives **sans connaître a priori** son **système motivationnel** ni son **environnement**



# Correction du premier exercice

Motivation 2

Environnement 1

$e_1, r_1, 1$

$e_1, r_1, 1$

$e_1, r_1, 1$

$e_1, r_1, 1$

$e_1, r_1, 1$

$e_1, r_1, 1$

$e_1, r_1, 1$

$e_1, r_1, 1$

$e_1, r_1, 1$

$e_1, r_1, 1$

$e_1, r_1, 1$

Motivation 2

Environnement 2

$e_1, r_2, -1$

$e_2, r_1, 1$

$e_2, r_1, 1$

$e_2, r_1, 1$

$e_2, r_1, 1$

$e_2, r_1, 1$

$e_2, r_1, 1$

$e_2, r_1, 1$

$e_2, r_1, 1$

$e_2, r_1, 1$

$e_2, r_1, 1$



## Exercice 2 : apprentissage de séquences

### Contexte :

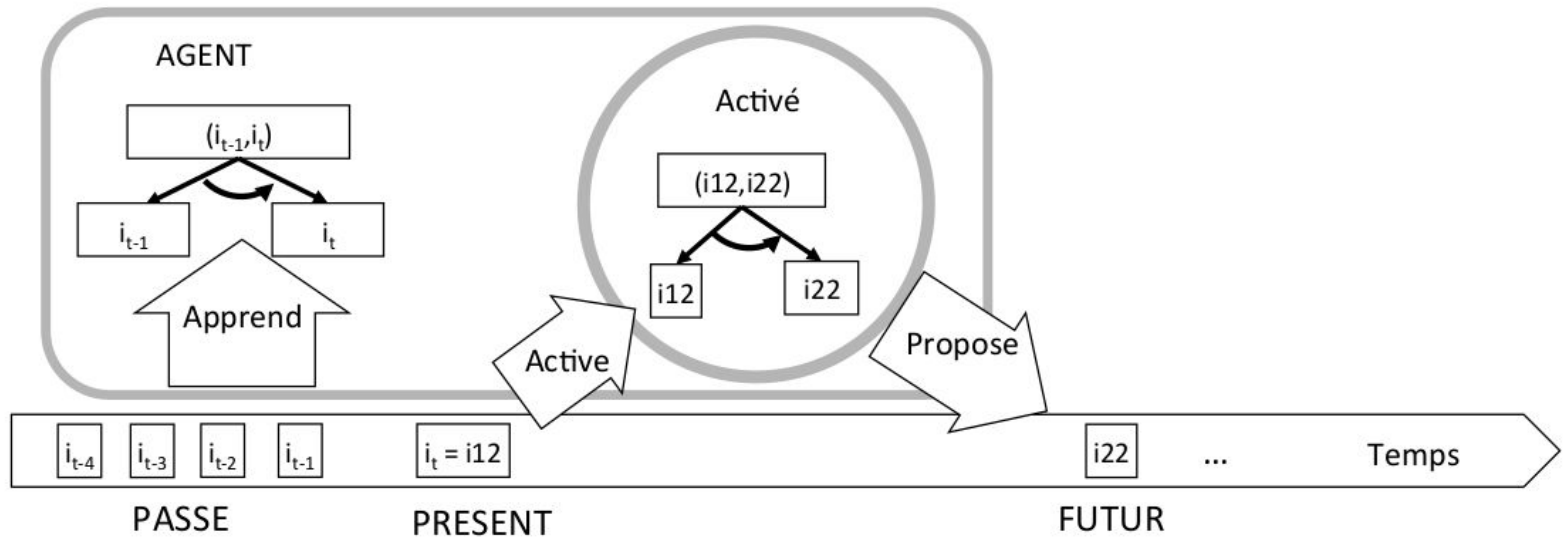
On considère maintenant un environnement dans lequel  $r_2$  est retourné uniquement si l'agent alterne les expériences  $e_1$  et  $e_2$ .

Dans le système motivationnel, l'agent doit être motivé pour effectuer  $r_2$ .

### Questions :

- Quel doit être le comportement de l'environnement ?
- Pouvez-vous écrire la trace d'exécution sans faire l'implémentation ?
- Comment représenter les séquences d'interaction ?

# Apprentissage de séquences hiérarchiques





## Et pour aller encore plus loin ?

Imaginez ce qui se passe dans l'environnement 4, sachant que, dans cet environnement :

- tout se passe comme dans l'environnement 1, mais seulement pendant les 10 premières itérations
- ensuite, tout se passe comme dans l'environnement 2, et ce, jusqu'à la fin