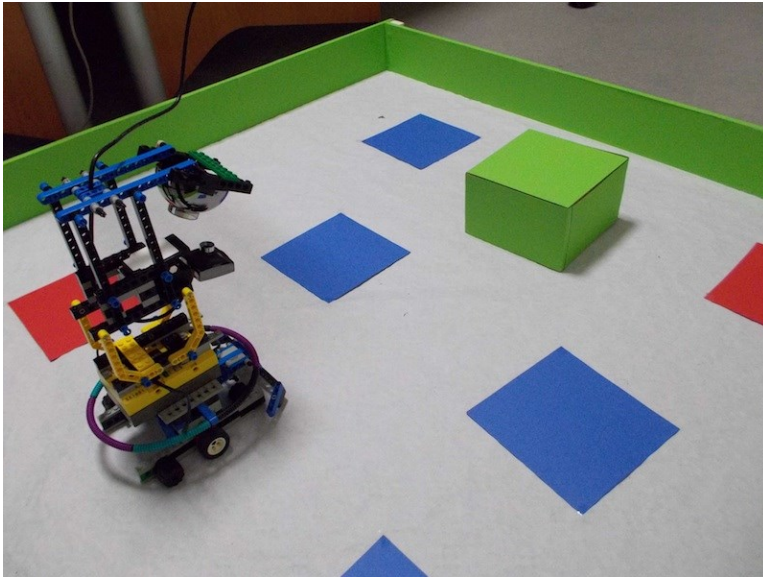


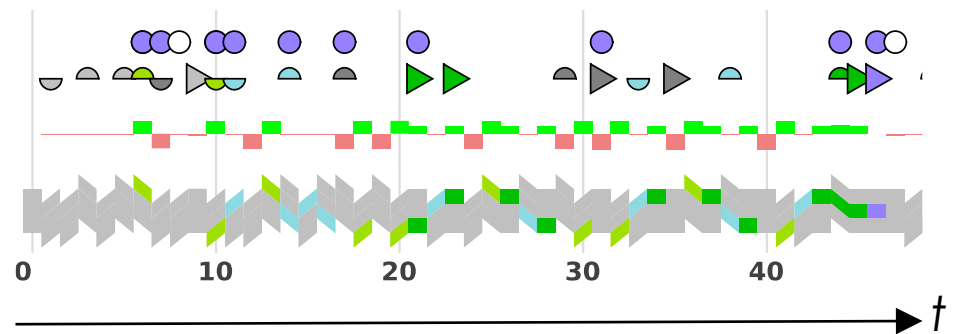
Intelligence Artificielle Développementale



14 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 novembre: 3h
- Mercredi 26 novembre: 3h
- Vendredi 28 novembre: 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 1: Plan

- **Introduction à l'IA développementale**
 - Qu'est-ce que c'est ?
 - Est-ce même possible ?
 - Comment ca se situe dans le champ de l'IA actuel ?
- **Intelligence artificielle dans un domaine non modélisé a priori**
 - Demos
- **Travaux pratiques**

1. Qu'est-ce que l'IA Développementale ?

IA Développementale

- **Faire des robots capables d'apprendre comme des bébés**



Termes voisins

- **Intrinsic motivation**

- Oudeyer Kaplan & Hafner (2007). Intrinsic Motivation Systems for Autonomous Mental Development.
<https://doi.org/10.1109/TEVC.2006.890271>

- **Apprentissage constructiviste**

- Thórisson, K. R. (2012). A New Constructivist AI: From Manual Methods to Self-Constructive Systems.
https://doi.org/10.2991/978-94-91216-62-6_9

Self supervised learning

- **Self-supervised learning**

- Yan LeCun
 - <https://ai.facebook.com/blog/self-supervised-learning-the-dark-matter-of-intelligence/>
- Minsky, Robertson, Georgeon, Shaoul
 - <http://cadia.ru.is/events/IWSSL22/>
 - <http://proceedings.mlr.press/v131/>

Constitutive autonomy

- **Enactive artificial intelligence**

- Froese, T., & Ziemke, T. (2009). Enactive artificial intelligence: Investigating the systemic organization of life and mind. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2008.12.001>

- **Self-programming**

- Georgeon, O. L., & Riegler, A. (2019). CASH only: Constitutive autonomy through motorsensory self-programming. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2019.08.006>

Vieux rêve de l'IA

Instead of trying to produce a program to simulate the adult mind, why not rather **try to produce one which simulates the child's**? If this were then subjected to an appropriate course of education one would obtain the adult brain.

Presumably, the child brain is something like a notebook [...]. Rather little mechanism, and lots of blank sheets. [...]. **Our hope is that there is so little mechanism in the child brain that something like it can be easily programmed.** The amount of work in the education we can assume, as a first approximation, to be much the same as for the human child.

Computing machinery and intelligence
(**Alan Turing**, 1950, *Mind*, philosophy journal).



Est-ce même possible?

Non ?

Théories spiritualiste de la conscience.

Théories de l'ouverture causale de la réalité physique.

La subjectivité ne se programme pas.

Oui mais trop complexe.

Oui ?

Théorie matérialiste de la conscience

- (Julien Offray de La Mettrie, 1709-1751).

La conscience comme processus computationnel

- (Chalmers 1994)

Une critique de l'IA actuelle

(On commence à la connaître)

Les politiques



- L'intelligence artificielle ne comprend pas.
- Ecoutez, l'intelligence artificielle, il faut mettre les pieds dans le plat: c'est pas intelligent.
 - Cédric Villani 2018. La grande table. France culture. 5min30sec. 02/04/2018
 - <https://www.franceculture.fr/emissions/la-grande-table-2eme-partie/cedric-villani-lintelligence-en-marche>

Le gouvernement



<http://www.strategie.gouv.fr/infographies/intelligence-artificielle-travail-risques-opportunités>

Les scientifiques

- « Unsupervised learning is the dark matter of AI in the sense that all the stuff you see in AI is about supervised learning and reinforcement learning, but most of animal learning is unsupervised, and we don't know how to do this. It's sort of like physicists who tell you "we know that ordinary matter is 5% of the universe. The other stuff that is 95% : we have no idea what it is". So it's the same kind of embarrassing situation » (lecun 2017, 23min59sec).
 - Lecun Y (2017). How does the brain learn so much so quickly? Presented at cognitive computational neuroscience (CCN) new york, september 6-8. <https://youtu.be/cWzi38-vDbE?t=1427>
- We expect unsupervised learning to become far more important in the long term. Human and animal learning is largely unsupervised: we discover the structure of the world by observing it, not by being told the name of every object.
 - Lecun, bengio, hinton (2015) deep learning. Nature.

Les financeurs

- DARPA SAIL-ON (Science of Artificial Intelligence and Learning for Open-world Novelty).
 - The DARPA is soliciting innovative research proposals for new artificial intelligence (AI) methodologies and techniques that support: [...] **the creation of AI systems capable of operating appropriately and effectively in open worlds.**
- DARPA Learning with Less Labels
 - The problem is that training accurate models currently requires lots of labeled data.
 - The goal of this program is to make the process of training machine learning models more efficient by **reducing the amount of labeled data required to build a model** by six or more orders of magnitude.

Le public informé

- L'intelligence artificielle n'existe pas
 - Luc Julia. First, 2019.
- L'Intelligence humaine n'est pas un algorithme
 - Olivier HOUDÉ. Odile Jacob, 2019.
- Des intelligences très artificielles
 - Jean-Louis Dessales. Odile Jacob, 2019

Pas une question de puissance de calcul

« On peut multiplier la puissance des ordinateurs d'un facteur 1000 ou davantage, rien ne permet de penser qu'il en sera autrement.

Je ne dis pas que ces raisonnements, élémentaires pour nous, sont par principe hors d'atteinte des machines. Bien au contraire. Mon travail de recherche, ainsi que celui de bien d'autres chercheurs, vise à les rendre possibles.

Simplement, la création d'une intelligence décente, capable de comprendre ce qu'un très jeune enfant saisit instantanément, ne s'obtiendra pas en augmentant la puissance des techniques actuelles. »

Dessalles, *Des intelligences très artificielles*, Odile Jacob, 2019, p. 10-11

La critique ontologique

- Opère sur une ontologie définie à priori
 - Présuppose des « états » et des « transitions »
 - Très efficace en domaines fermés
 - Problématique en domaine ouvert
 - Impossible de modéliser a priori le monde réel.
- Comment la dépasser ?
 - IA capable de construire sa propre ontologie du monde
 - Des robots sans modèle du monde codé a priori
 - Nouveaux algorithmes d'apprentissage à partir d'interaction

Georgon O. (2018). "Que cherchons-nous en intelligence artificielle ?". Newsletter du Laboratoire de Recherche sur le Personne, #6., p7-9.

Modélisation du monde a priori

Ontologie et représentation de connaissance

Graphe de connaissances et ontologie



- Le Graphe de données représente les faits d'un domaine

4^e COLLOQUE SUR LE WEB SEMANTIQUE AU QUÉBEC
websemantique.ca

41ème édition du colloque websemantique.ca: L'ontologie Minutes!

Subtitles/closed captions (c)

8:22 / 10:24 websemantique.ca: L'ontologie dans le web sémantique Minutes!

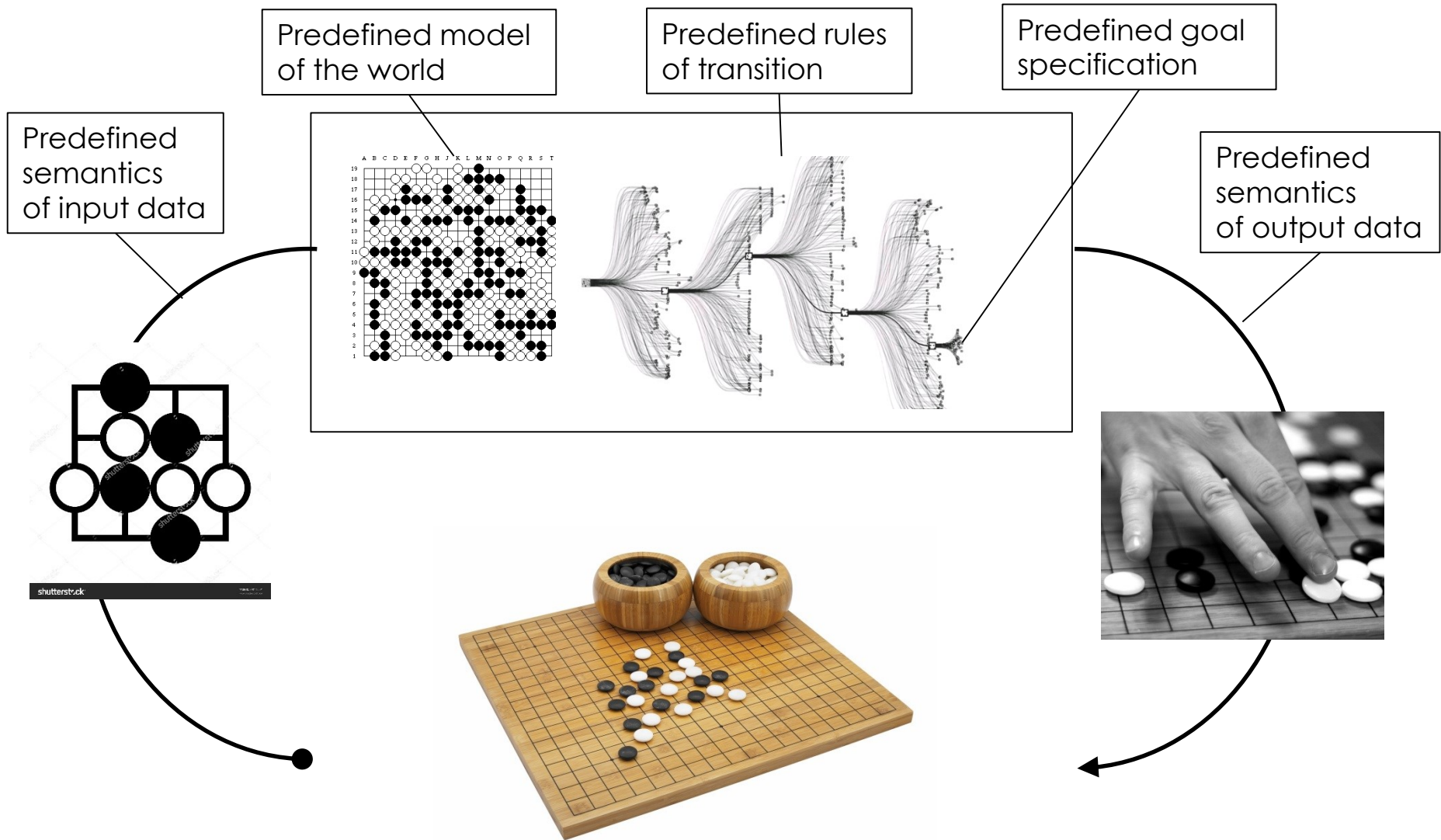
Michel Héon <https://youtu.be/UlxLBmDk9oM>

Critique téléologique

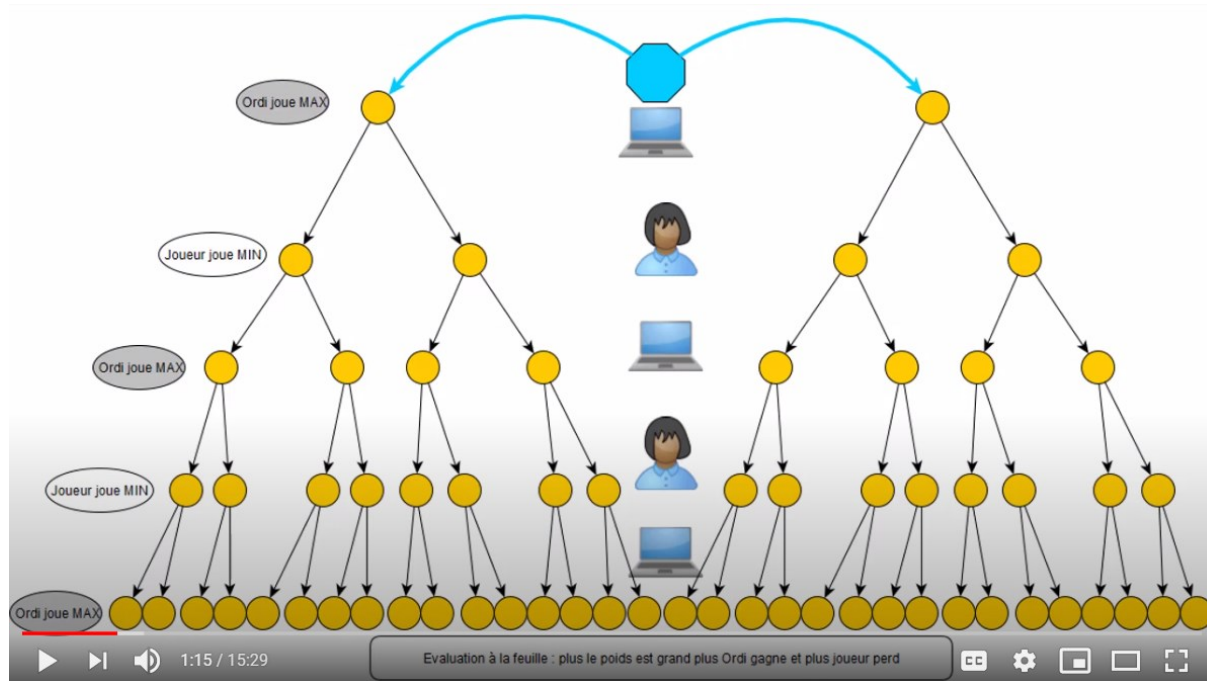
- Vise à atteindre un objectif défini par leur concepteur
 - Atteindre des « états-solution » (*goal states*) par exploration d'un espace d'états prédéfinis.
 - N'adresse pas la question de la « motivation propre ».
- Comment la dépasser ?
 - Ne pas fixer d'objectifs concrets:
 - Activité atélétique plutôt que téléologique.
 - Implique de
 - Renoncer aux critères "objectifs" (rapidité d'exécution, taux d'erreur, etc).
 - Revenir à une évaluation subjective des comportements (Turing 1950).

IA Dans un domaine modélisé versus IA sans domaine modélisé a priori

AI in a predefined domain

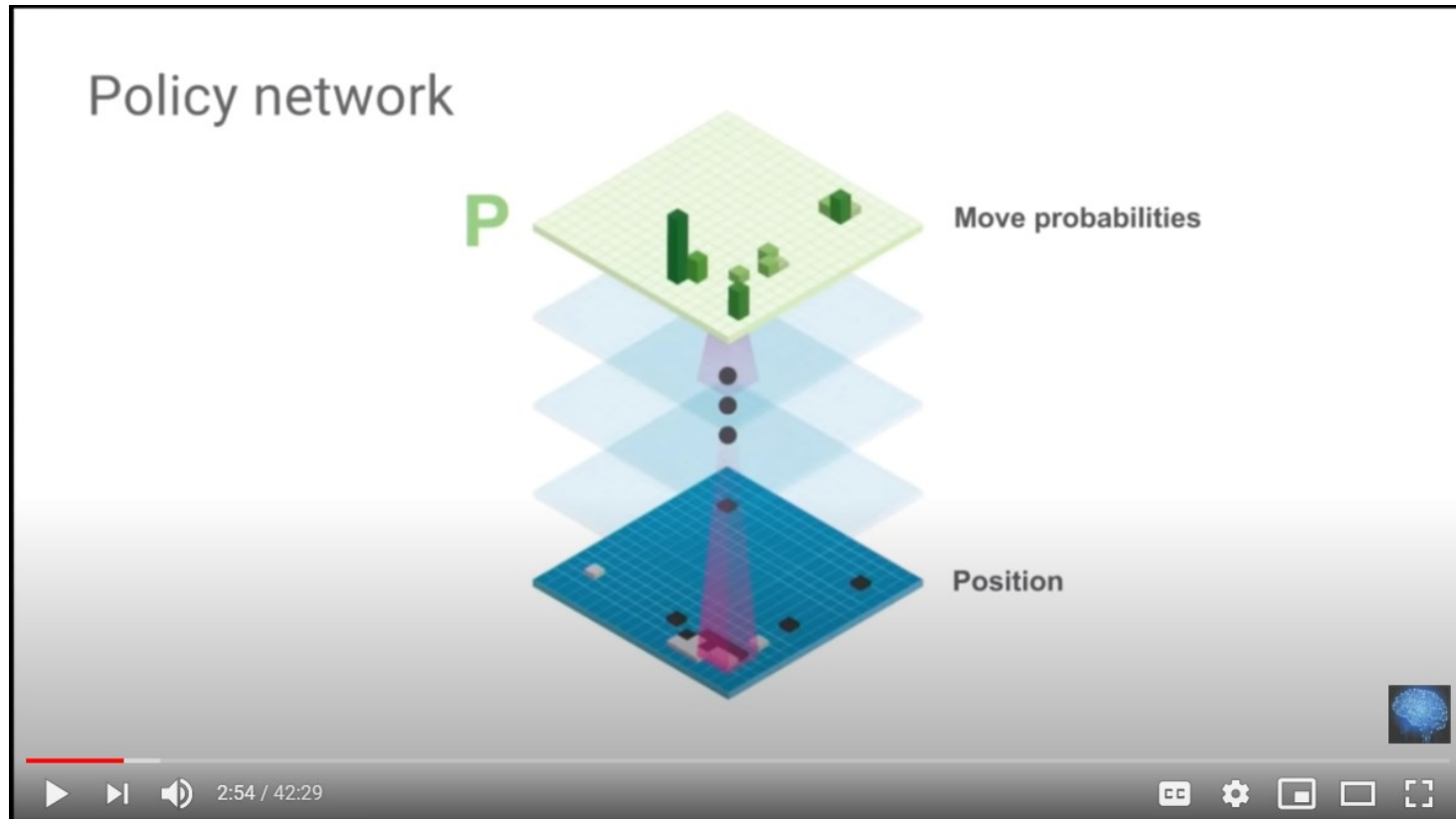


Algorithme Min Max



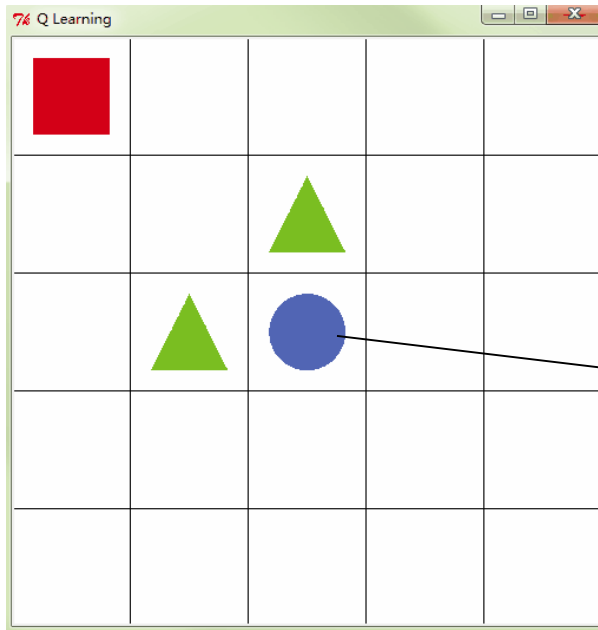
https://youtu.be/f30Ry1WOe_Q

Alpha Zero



<https://youtu.be/Wujy7OzvdJk>

Reinforcement learning



Predefined set of states

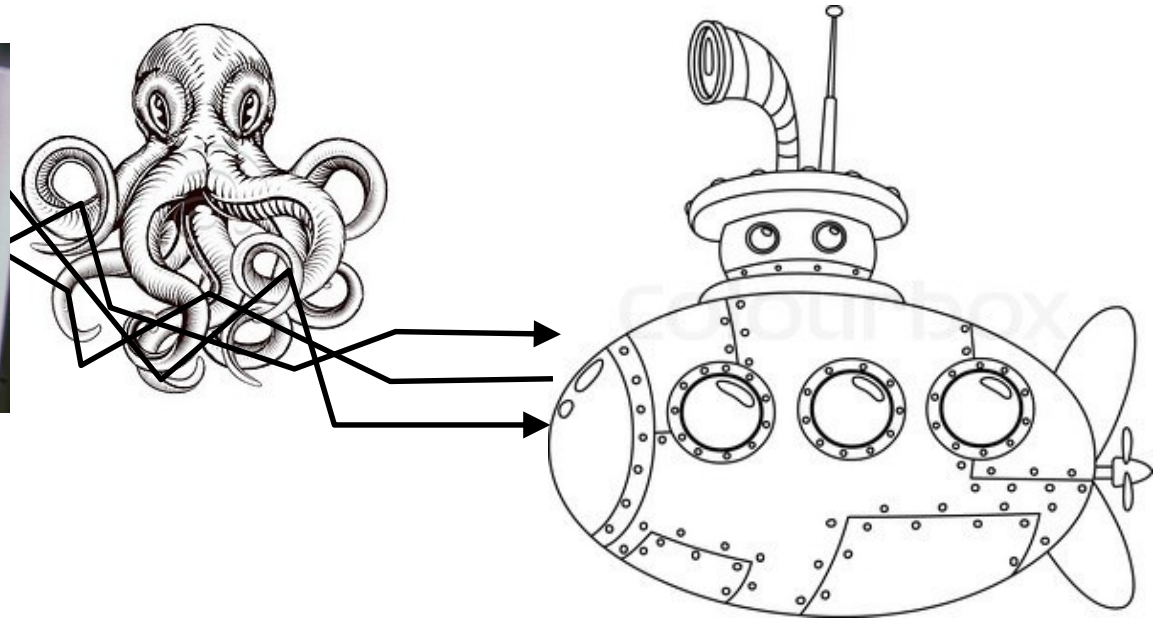
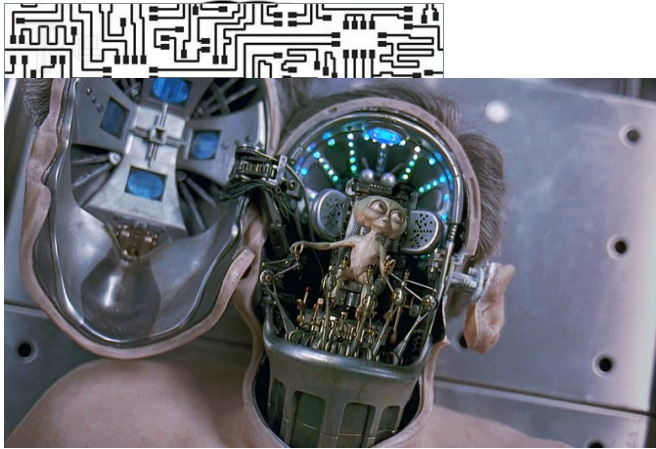
Predefined transitions

Predefined final goal and reward

Example Q-learning

<https://youtu.be/gOwU3aoEAmg>

IA sans domaine modélisé a priori

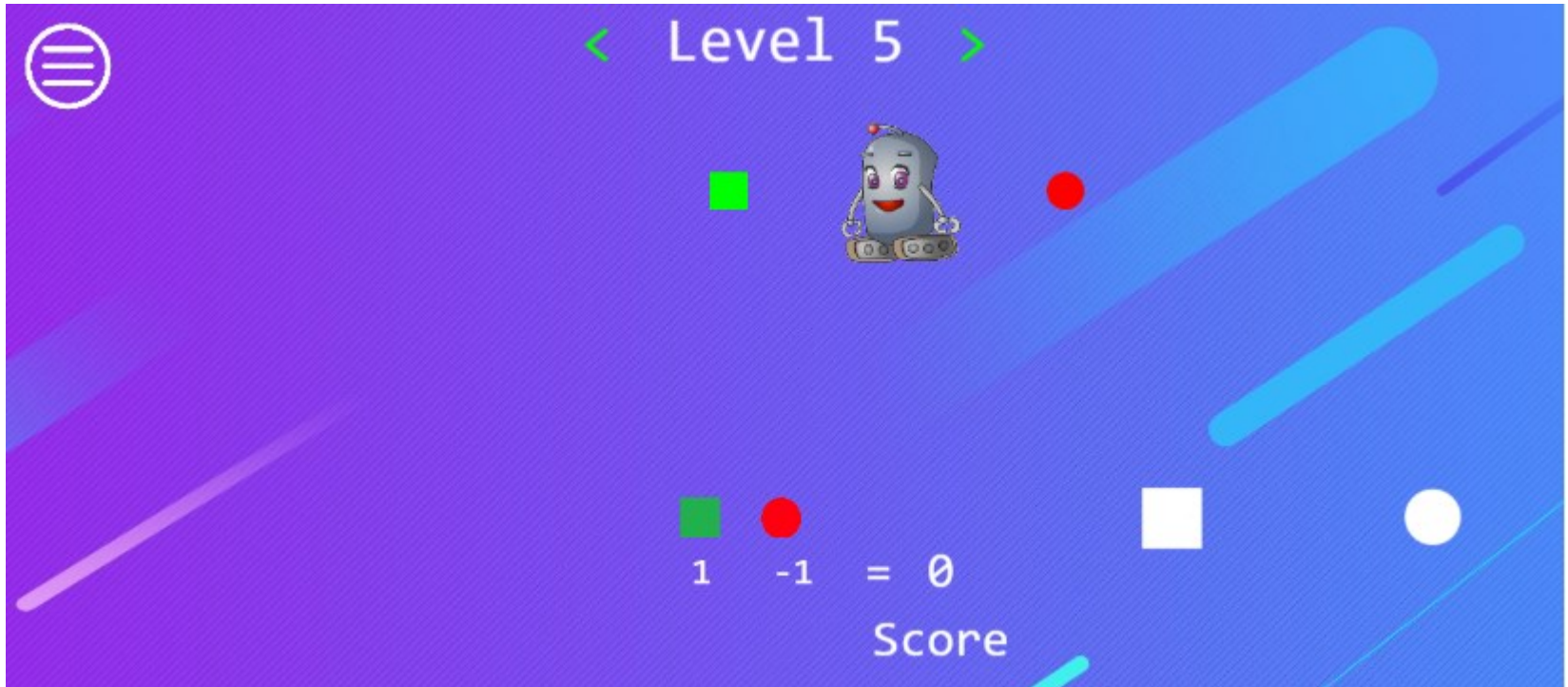


O'Regan & Noë (2001)

A sensorimotor account of vision and visual consciousness

Mise en situation

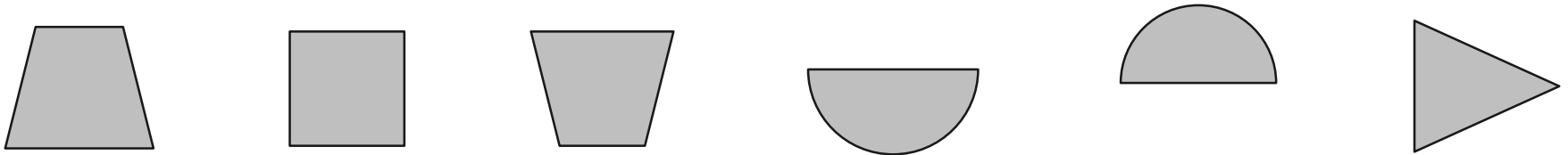
Jeu pédagogique Little AI



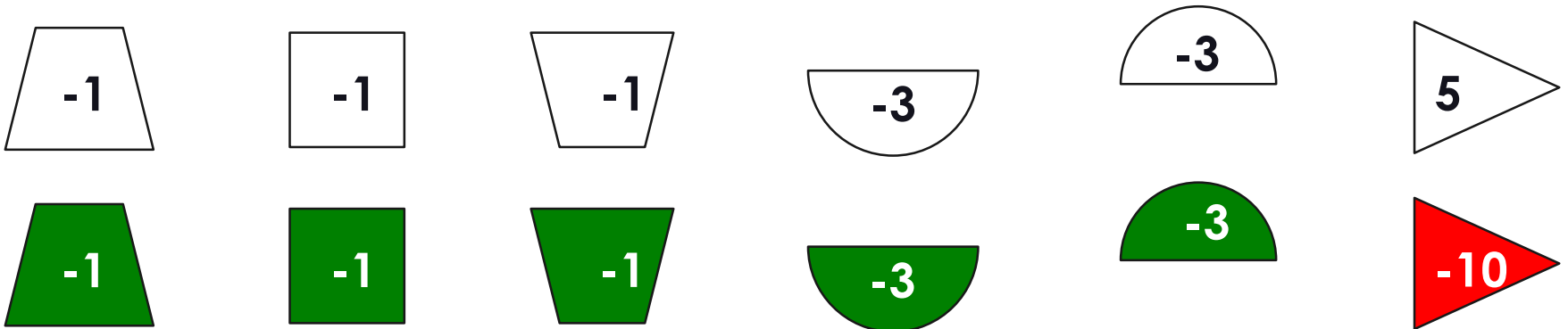
<https://little-ai.com/play/>

Exemple 1

Exemple : 6 actions possible

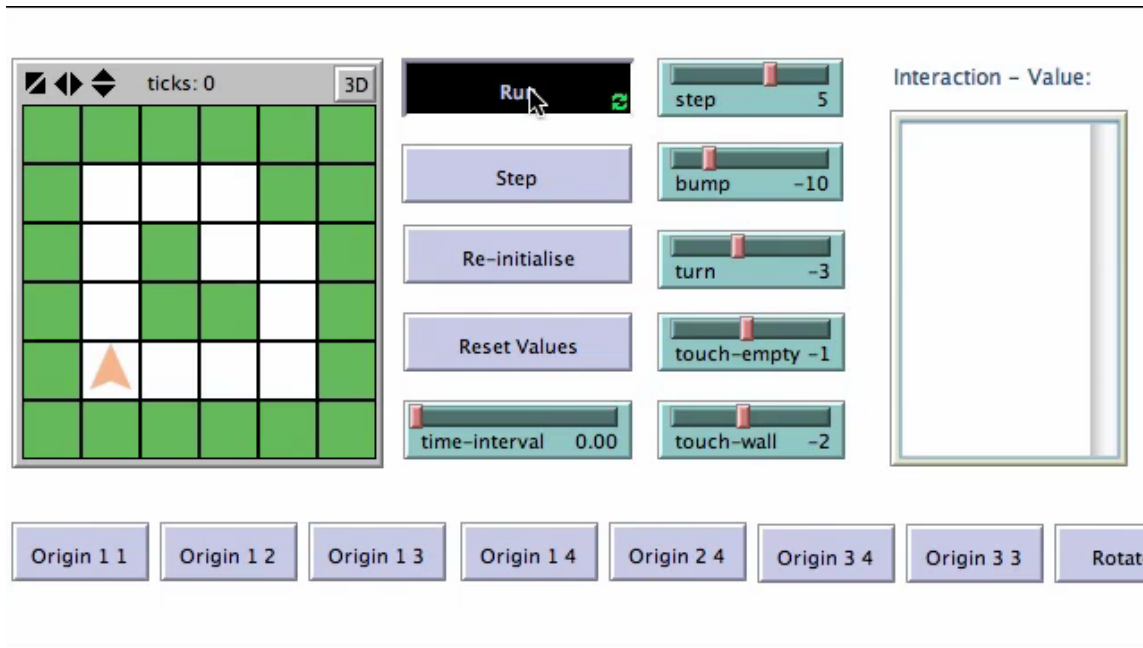


2 feedbacks possibles













... avec des valeurs

L'agent qui finissait par comprendre



<https://youtu.be/LVZ0cPpmSu8>

Avance / collision  (5)  (-10)
 Tourne gauche/droite   (-3)
 Touche droite/devant/gauche       (-1)

Bump: 
 Touch: 

Le robot qui n'y comprenait rien du tout



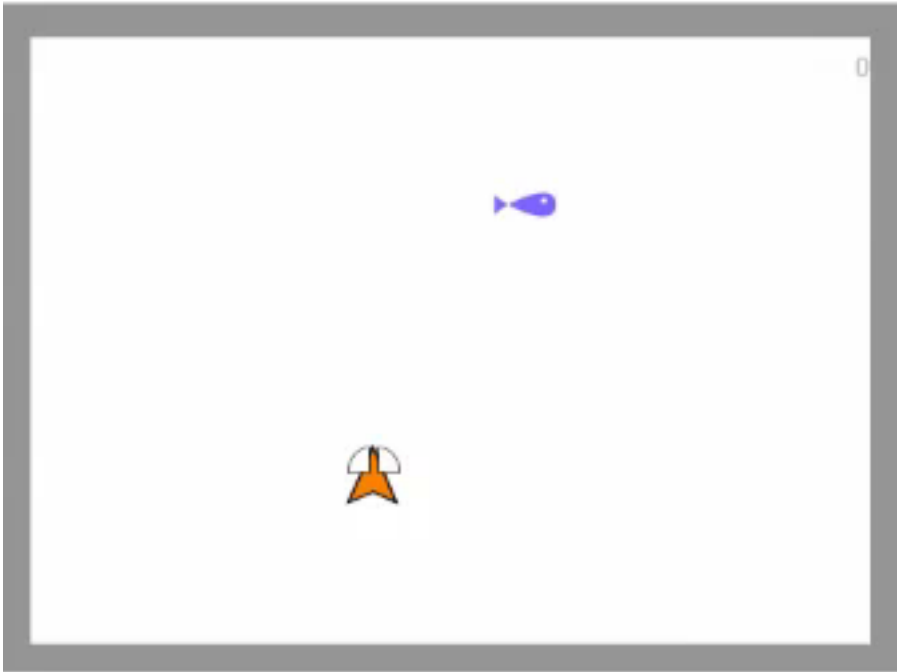
<https://youtu.be/t1RO5S4mBEY>

Bishop behavior

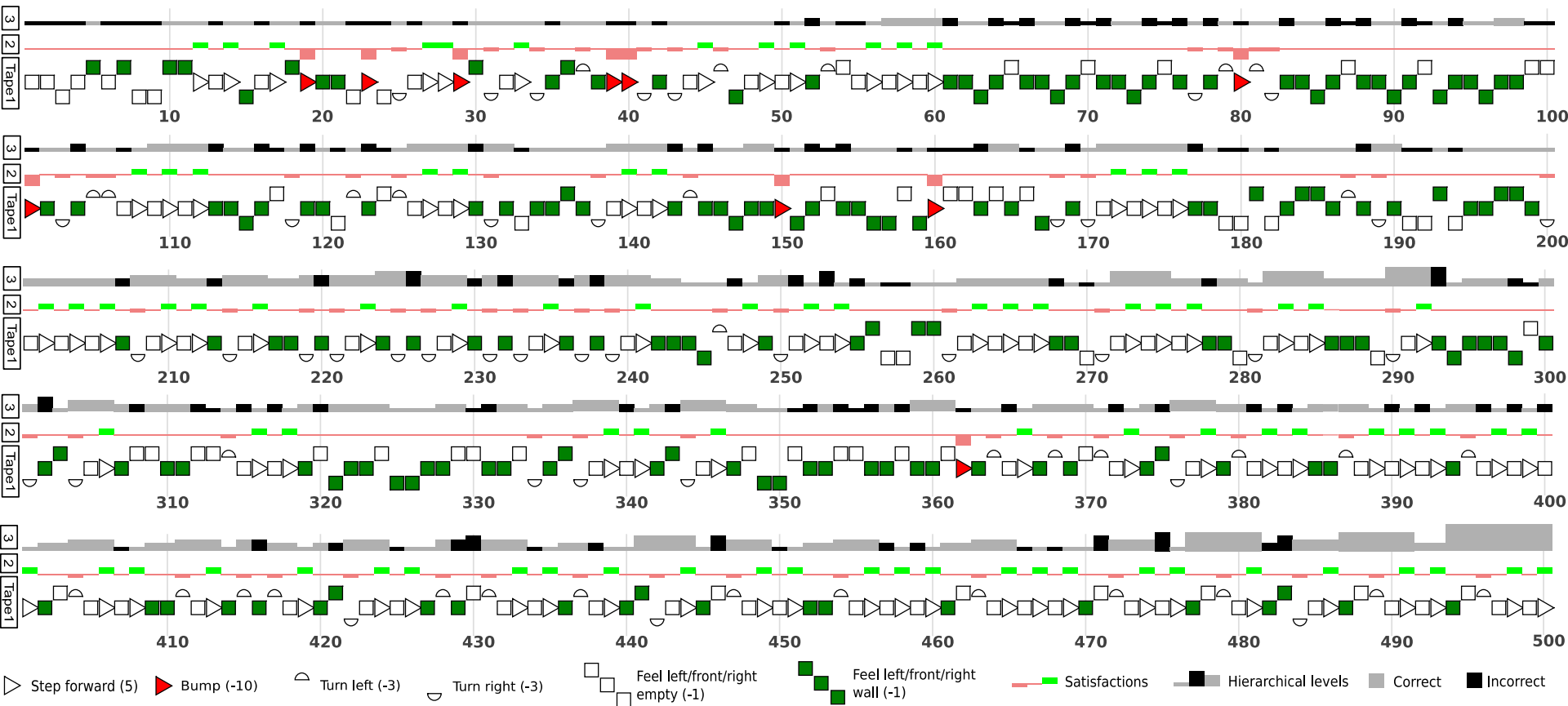


<https://youtu.be/91kKzybt8XY>

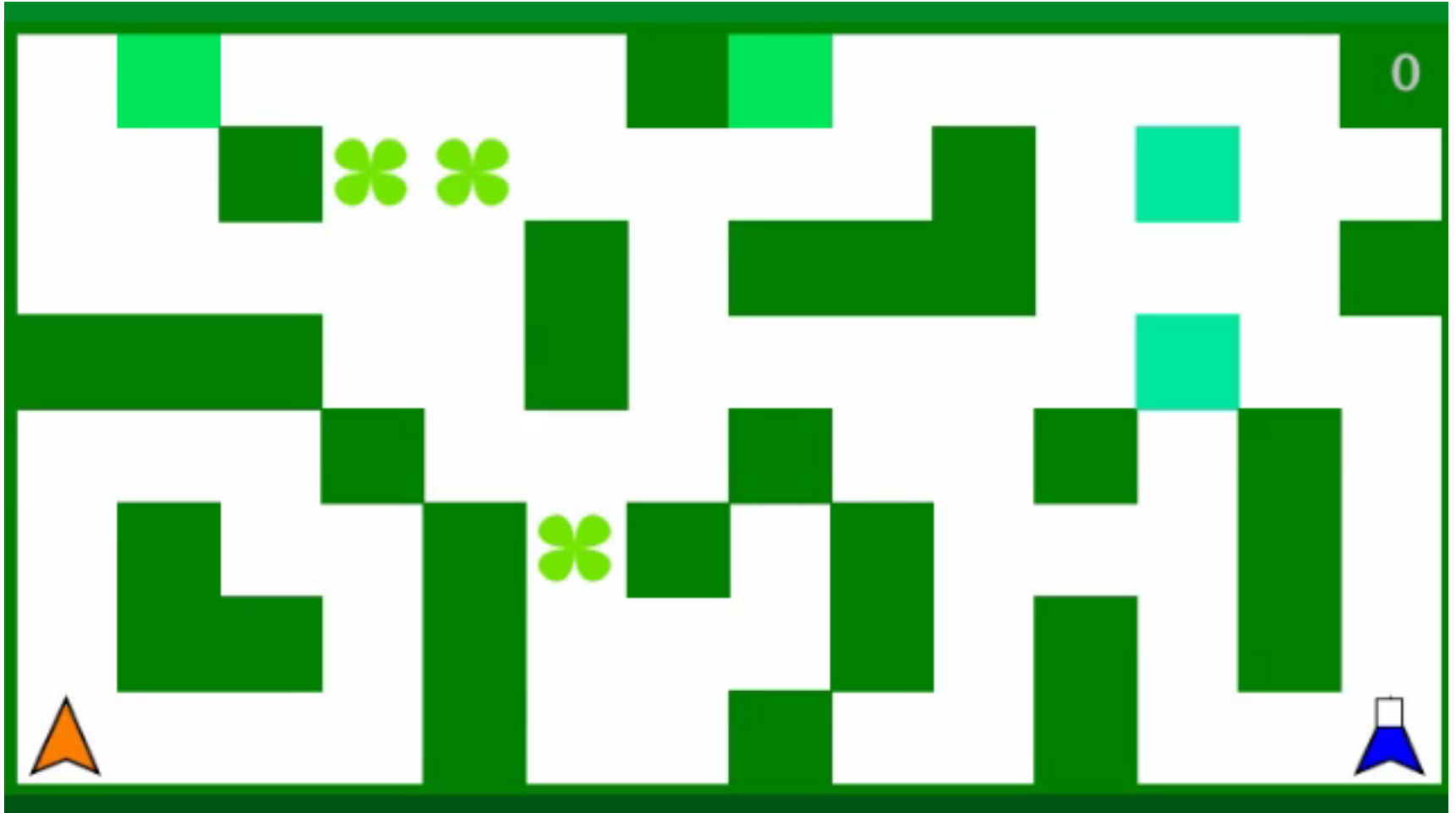
Rook behavior



Exemple de trace



Environnement plus complexe

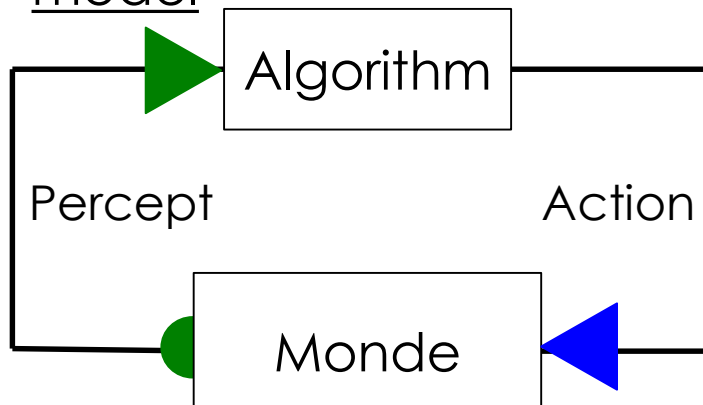


<https://youtu.be/q8WkYbt2BxM>

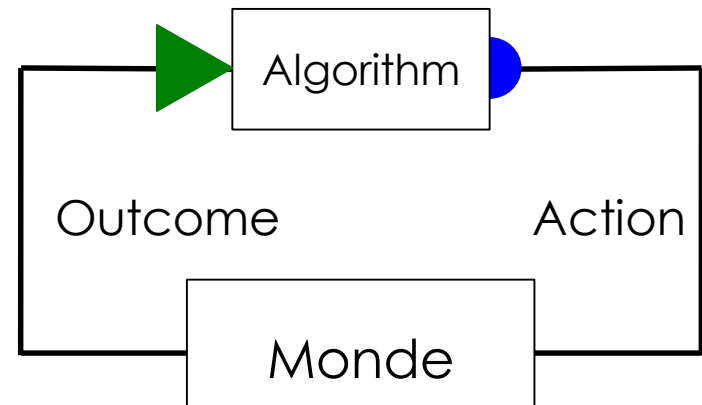
Inversion du cycle d'interaction

- “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

Deux hypothèses en concurrence

- Hypothèse « représentationnaliste » ou « réaliste »
 - Les données d'entrée représentent des aspects de la réalité (percepts)
- Hypothèse « constructiviste » ou « interactionnaliste »
 - Les données d'entrées informent sur les possibilités d'interaction (outcome of action)

Travaux dirigés

Séance 1

Exercice

Deux actions possibles $A = \{a_0, a_1\}$

Deux outcome possibles $O = \{o_0, o_1\}$

Quatre interactions possibles $I = A \times O = \{i_{00}, i_{01}, i_{10}, i_{11}\}$

Environnement

- $\text{env}_1: a_0 \rightarrow o_0, a_1 \rightarrow o_1$ (i_{01} et i_{10} ne se produisent jamais)
- $\text{env}_2: a_0 \rightarrow o_1, a_1 \rightarrow o_0$ (i_{11} et i_{22} ne se produisent jamais)

Implémenter un agent qui apprenne à anticiper son outcome sans connaître a priori son environnement (env_1 ou env_2).

Il change d'action quand il commence à s'ennuyer

Produire un rapport **d'analyse de comportement** basés sur les traces.

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 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

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)