

**La construction de la réalité chez le robot:  
Perspectives constructivistes sur l'intelligence  
artificielle située et la robotique adaptative.**

Tom Ziemke

*(Foundations of Science, special issue  
on 'Radical Constructivism and the  
Sciences', 2001)*

# Sujet de l'article

- Titre : *“La construction de la réalité chez l'enfant”*  
(Piaget, 1937)
- *Contenu de l'article :*
  - *Analyse et comparaison des théories de Jean Piaget et Jacob Von Uexküll*
  - *Présentation de questions fondamentales en sciences cognitives et en IA (situatedness & embodiment...)*
  - *Ces théories à travers l'histoire de la discipline*
  - *Point de vue du constructivisme radical*

# Constructivisme radical

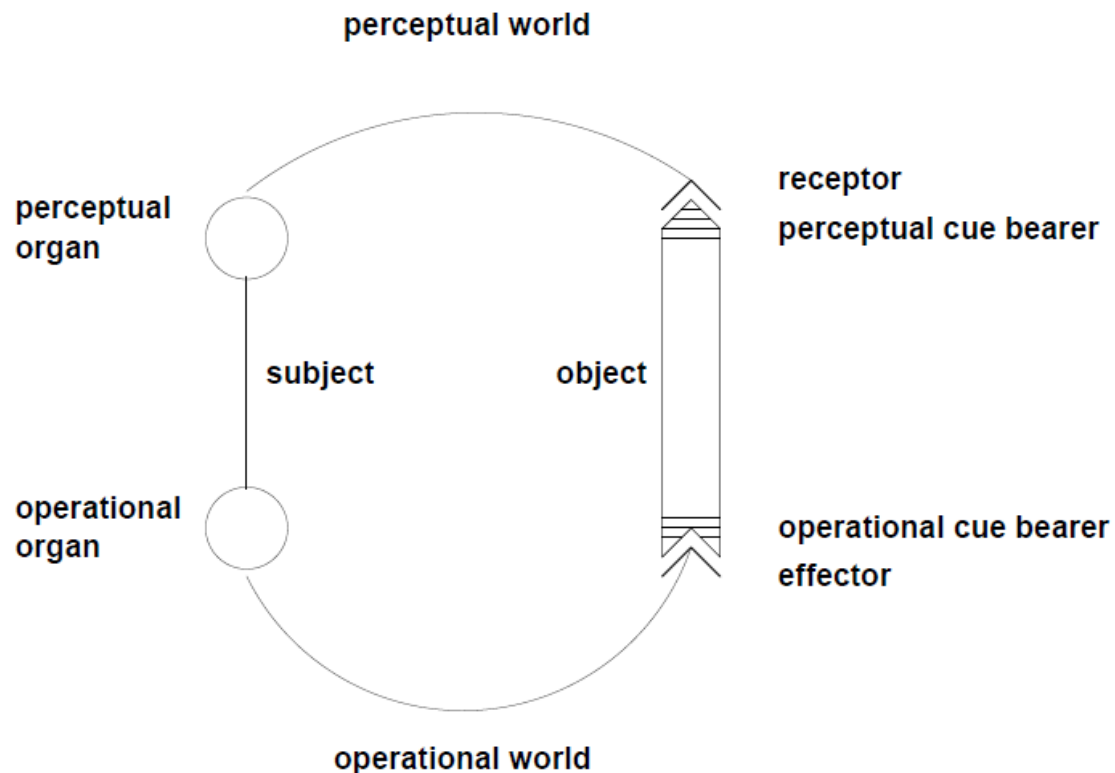
- Von Glaserfeld (1995)
- Principes :
  - La connaissance n'est pas passivement reçue, que ce soit par les sens ou la communication
  - La connaissance est activement construite par le sujet cognitif
  - La fonction de la cognition est adaptative au sens biologique, tendant vers la viabilité
  - La cognition sert l'organisation du monde perceptuel, pas la découverte d'une réalité ontologique objective

# Piaget et Uexküll

- Influence commune : Kant
- Critique du comportementalisme

# Von Uexküll

- Umwelt : monde perceptuel + monde effecteur
- Cercle fonctionnel



# Exemple : la tique

- 1) percevoir un mammifère (acide butyrique)
- 2) recherche peau (contact poils)
- 3) absorption sang (contact chaleur peau)
  
- Différence entre réflexes mécaniques et interaction sujet/objet d'un organisme vivant

# Piaget

- Schème d'action : « La connaissance est liée à l'action »
- Exemple : le nouveau né
  - 1) reconnaissance d'une situation (toucher joue)
  - 2) activité spécifique associée (mouvement tête)
  - 3) expectation (boire du lait)
- Cognition : outil d'adaptation
  - Assimilation et accommodation
- Cadre constructiviste : réalité -> viabilité

# Autonomie du vivant (Uexküll)

- Principale différence entre mécanismes et organismes
- Hétéronome vs. Autonome
  - Structures figées, règles créées à l'extérieur
  - Structures adaptatives, possèdent leur propres règles fonctionnelle
- Construction centripète vs. Centrifuge
- Exemple : montre/embryon



# Cognition

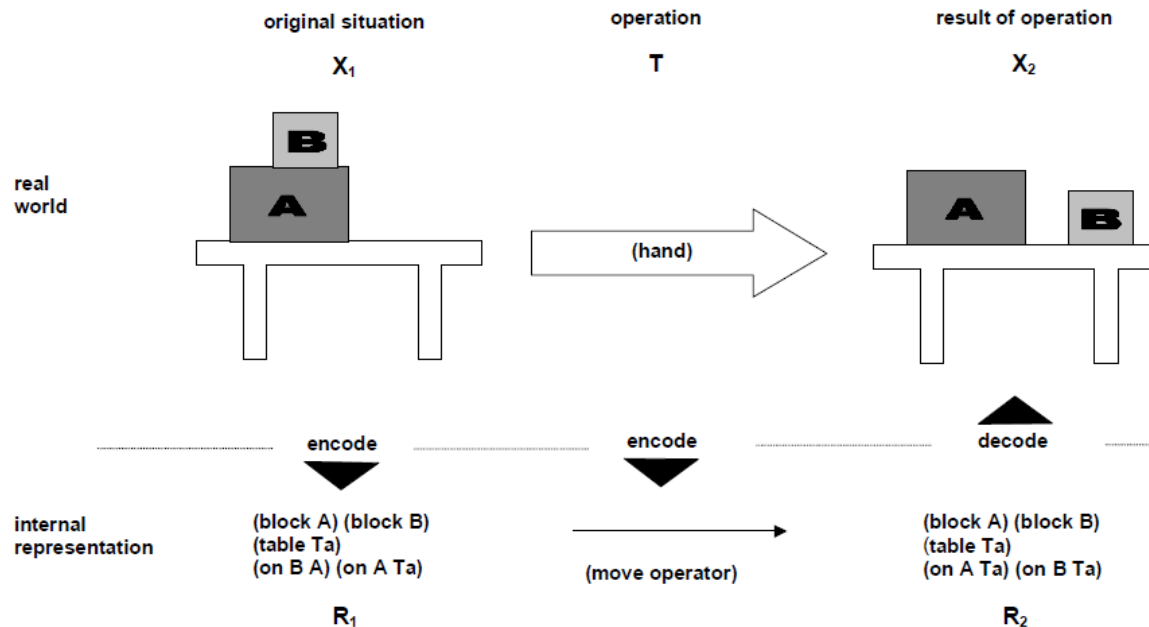
« Organisation de l'expérience sensori-motrice et de l'interaction d'un agent avec son environnement, de manière à servir son adaptation qui tend vers la viabilité (répondre aux contraintes environnementales) »

# Cognitivism

- Intéressement aux processus internes et à la représentation
- Représentation : « mirror world » vs. « counterworld » (Umwelt)
- *Computer metaphor for mind*
- Focalisation sur le « *software* » (fonctionnalisme)

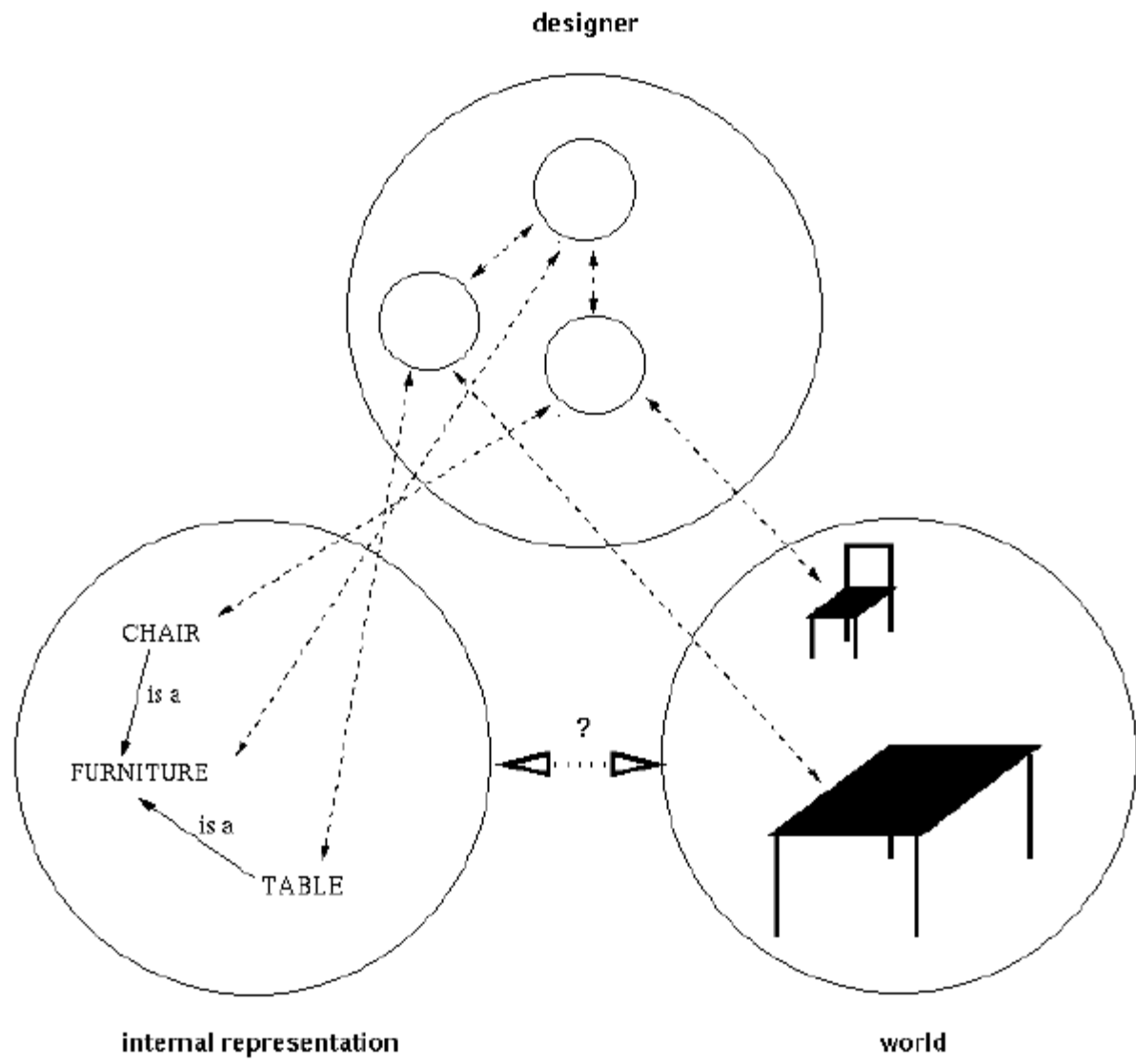
# La représentation

- Un modèle réduit de la réalité interne
- Exemple PSSH : physical symbol system hypothesis
- $\text{Decode}[\text{encode}(T)(\text{encode}(X))] = T(X)$



# Les critiques

- Dreyfus & Searle
  - Micro-worlds
  - CRA (Chinese room argument)
- Exemple : description chaise
- La représentation ne sont pas composées à partir d'éléments, elles sont des élaborations locales qui présupposent un tout

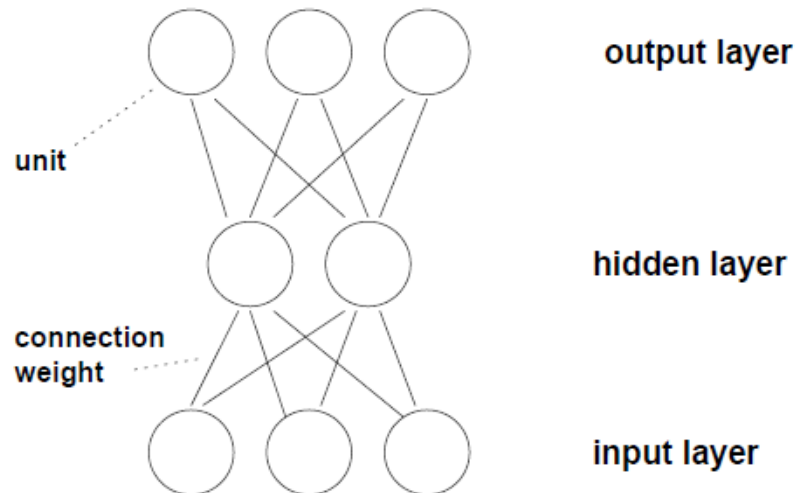


# Critiques

- Exemple : scripts
- Micro-world : aller au restaurant
  - Questions standard : « est-ce que john a mangé? »  
« est-ce qu'il était assis? » OK
  - Questions non-standard : « est ce que la serveuse avait des vêtements? » « est –ce qu'elle marchait en avançant ou en reculant? » ???
- Problème intentionnalité (lien avec l'environnement : *symbol grounding*)

# Connexionnisme

- Représentation parallèle et distribuée construite à partir de l'expérience
- Auto-organisation
- Exemple ANN



# Connexionnisme

- ANN : Processus trivial de traitement de l'information.
- Non situé et incarné, non lié à l'action
- RNN : non trivial, feedback permettant de prendre en compte l'état interne de l'agent
  - Interprétation
  - Autonomie de la représentation

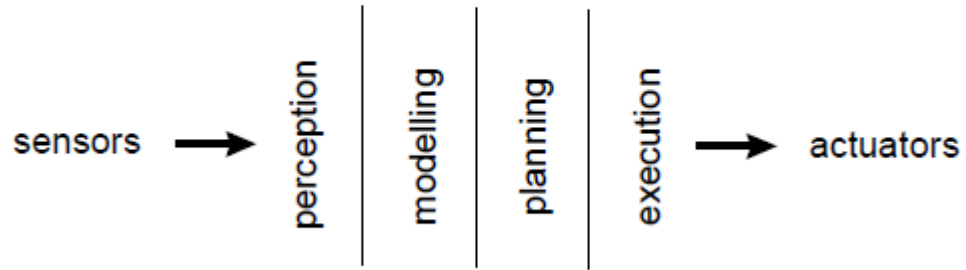


# Connexionnisme radical

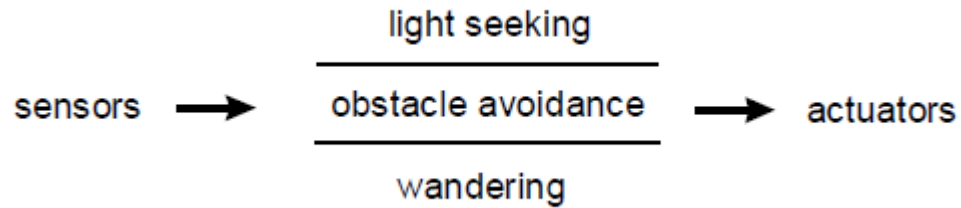
- Alternative au système connexionnistes non-situés (Dorffner, 1997)
  - Auto-organisation
  - Interaction agent/env. : interface sensorimotrice
  - Repr. : Espaces d'état connexionnistes riches
    - (au lieu de symboles discrets arbitraires)
  - Les aspects haut-niveau sont ancrés dans les boucles et l'expérience sensori-motrice
  - Systèmes interactifs et situés

# Nouvelle AI

- Brooks (1990)
- Focalisation sur l'interaction agent/env. pour des agents simples réactifs
- Pas de représentation
  - « the world is its own best model »
- Architecture de subsomption
- « Situatedness and embodiment are the two cornerstones of the new approach to artificial intelligence »



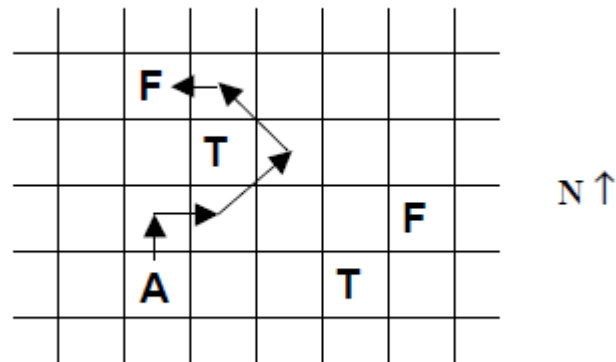
*SMPA : sense-model-plan-act*



Subsumption

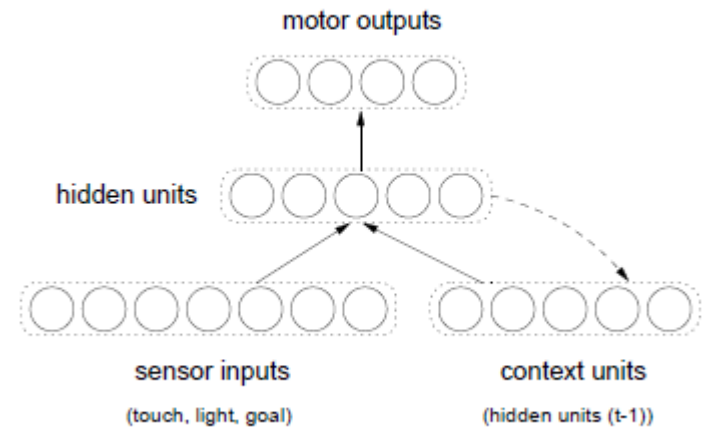
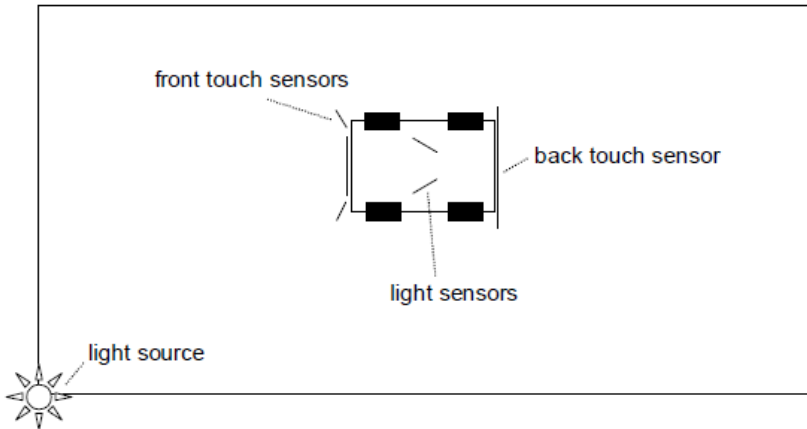
# Artificial Life

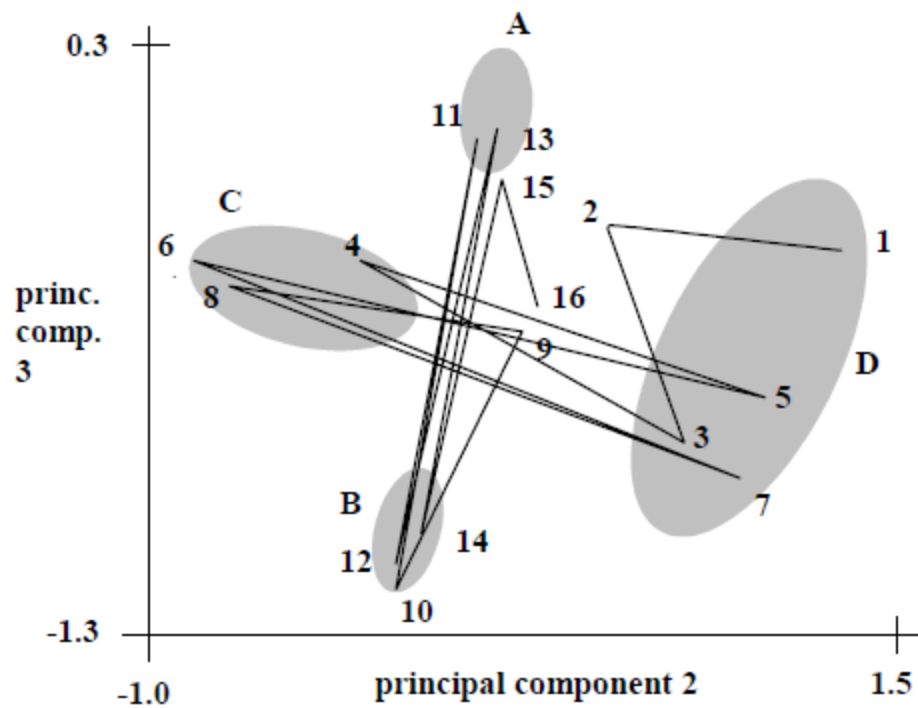
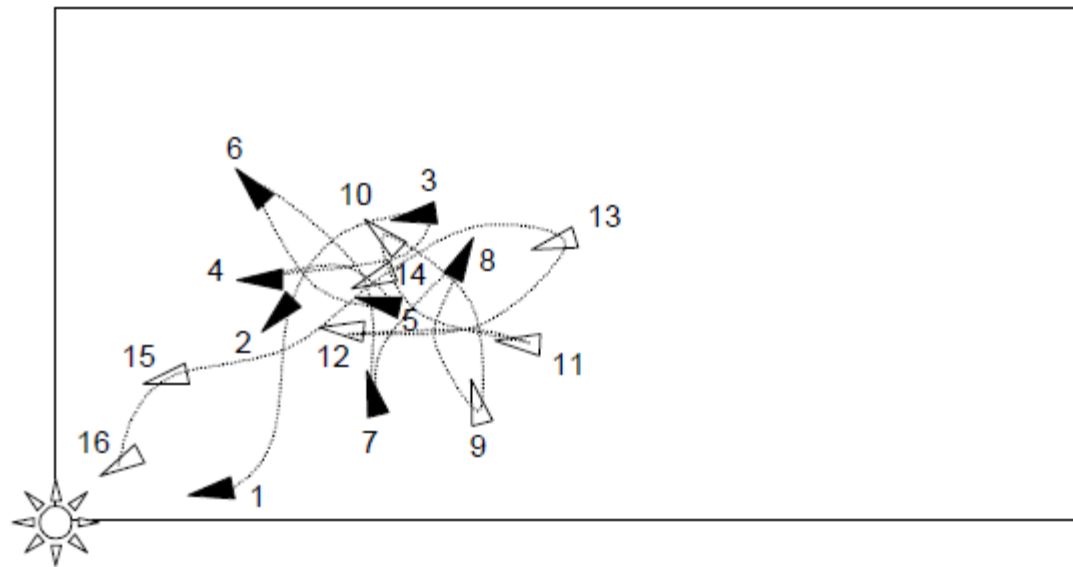
- Robot artificiel & environnement artificiel
- Exemple : Animat
  - algo génétique
  - Règles de comportement émergentes

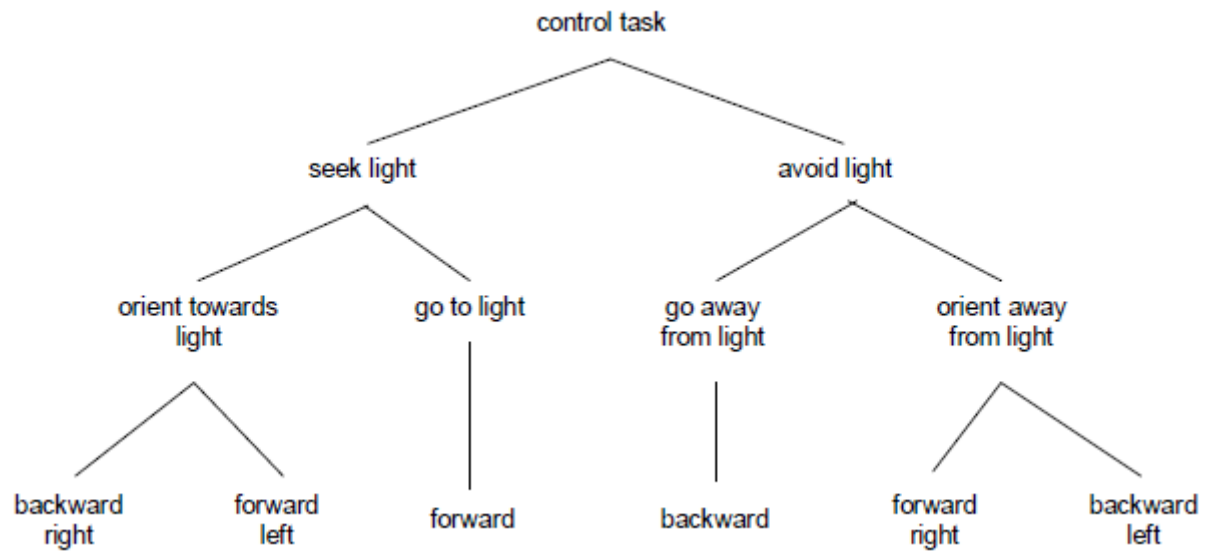


# Robotique

- Perceptual aliasing
- Meeden & al.
  - Controleur : réseau de neurones
    - ANN vs. RNN







# Reste de l'article

- Mise en perspective de l'évolution de nombreuses approches vers le constructivisme
- Analyse des rapports entre les théories de J. Piaget et Von Uexküll, et celle de Varela & Maturana (autopoïèse + énéaction)
- Réflexion sur les possibilités d'application pour la robotique