

# Systemes multi-agents

## Cours 3 – Agents réactifs

Cédric Buron

[cedric.buron@yahoo.fr](mailto:cedric.buron@yahoo.fr) | [buron.cedric.free.fr](http://buron.cedric.free.fr)

Ingénieur de recherche décision

THALES



# INTRODUCTION

# Introduction historique

1980

systèmes experts  
bases de connaissance

Boom de l'IA

1987

coupes budgétaires  
l'IA n'est toujours pas "intelligente"  
crise de l'IA symbolique

Second hiver de l'IA

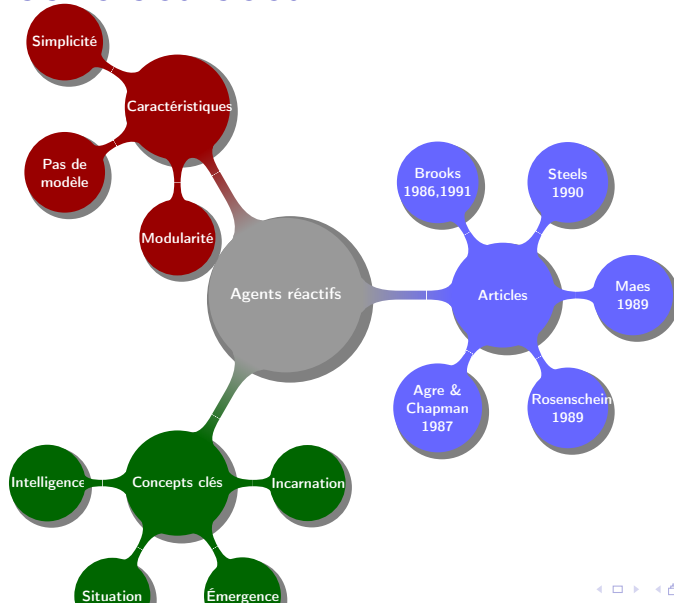
1991

Rodney Brooks *Intelligence without reason* :

- « Les éléphants ne jouent pas aux échecs »
- Comportement intelligent sans raisonnement
- Remise en cause du modèle "sense – plan – act"

1993

# Introduction : carte des idées



# Caractéristiques

Modularité : 1 tâche  $\rightarrow$  1 module/comportement

Simplicité : Perception  $\rightarrow$  action (communication)

Pas de modèle : Données brutes issues des senseurs

# Concepts (R. Brooks)

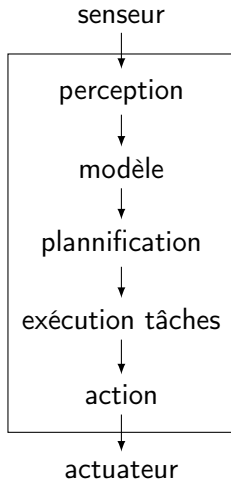
- Incarnation**
- corps nécessaire pour l'intelligence
  - couplage avec l'environnement indispensable
  - cf. John Searle *Minds, Brains, and Programs*

- Situation**
- monde → complexité & intelligence
  - modélisation → perte d'information

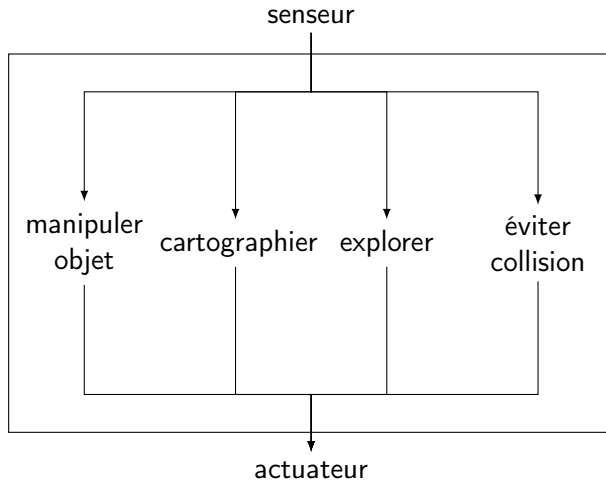
**Intelligence** repose sur le déplacement et la perception

- Emergence** complexité :
- comportement simple
  - interaction entre agents
  - interaction avec l'environnement

# Agents délibératifs VS agents réactifs



**Agent délibératif**



**Agent réactif**

# Un exemple : les boids (C. Reynolds)

Comportement de chaque agent :





# Un exemple : les boids (C. Reynolds)

Comportement de chaque agent :

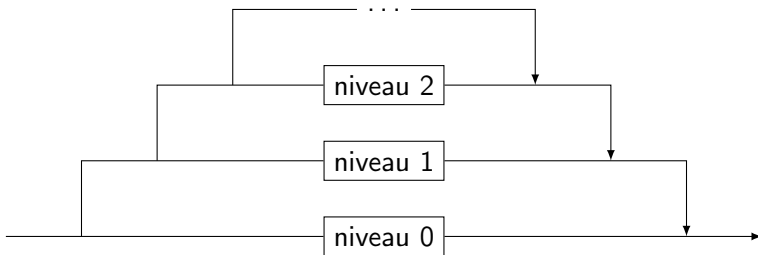
1. évitement : agents trop proches des autres → éloignement
2. cohésion : agents trop éloignés les uns des autres → rapprochement
3. alignement (toujours) : les agents alignent leur direction sur celle de leurs voisins



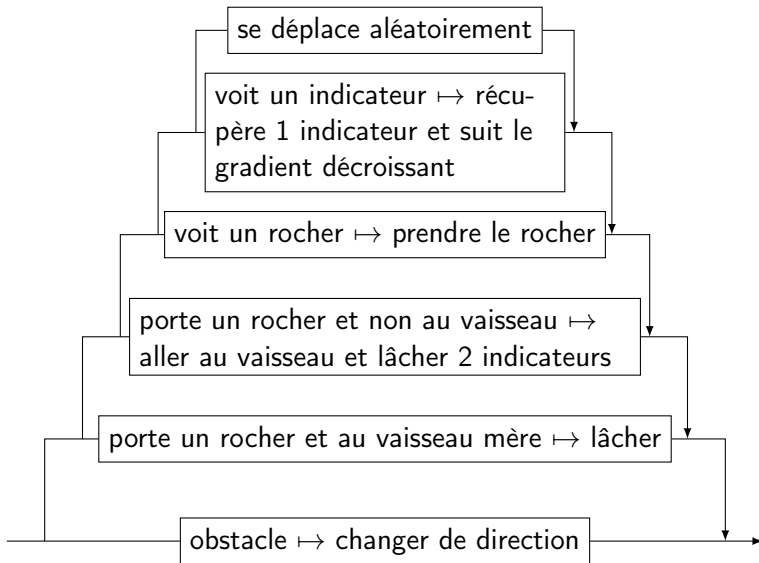
# ARCHITECTURES RÉACTIVES

# Subsumption (R. Brooks, 1985)

- architecture par niveau
- comportement de niveau bas  $\leftrightarrow$  priorité haute
- peu (idéalement pas) d'interaction entre les comportements
- pas d'état interne
- pas de communication (directe) entre agents
- comportements simples



## Exemple : Mars Explorer (Steels)



## Exemple : Mars Explorer (Steels)

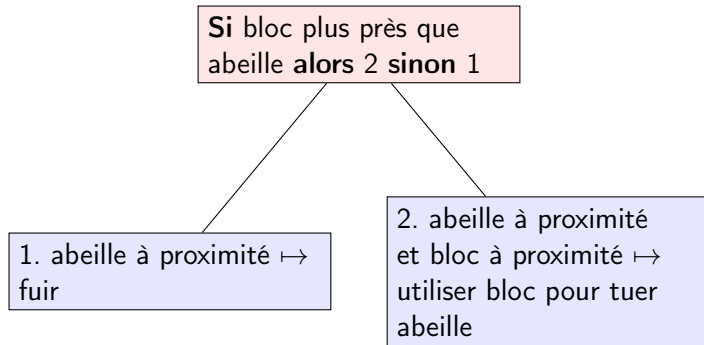
<https://www.youtube.com/watch?v=H68YF9YKKJ8>

# Pengi (Agre et Chapman)

2 composants

- ensemble de routines (règles déclenchant des actions),
- système d'arbitrage entre routines (métarègles).

Pas de représentation ou modélisation de l'environnement (visuel).



# Application au jeu Pengo

- jeu d'arcade
- actions possibles : se déplacer, pousser un bloc. . .
- ennemis : abeilles, destructibles par un bloc

Pengi appliqué à Pengo :

- routines et règles d'arbitrage définies manuellement,
- bases de règles très volumineuse,
- répond en temps réel.

# Situated automata (Rosenschein et Kaelbling)

agent cognitif “précompilé” :

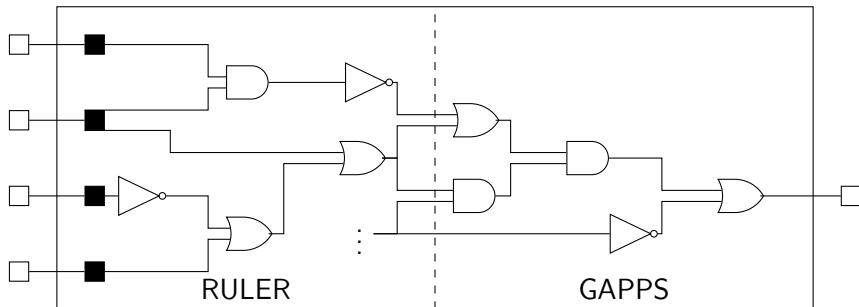
- basé sur 2 concepts : perceptions et buts,
- 2 langages : Ruler et Gapps
- Ruler :
  - ▶ langage de compilation des perceptions
  - ▶ transformation de la sémantique de l'environnement en circuit logique
  - ▶ circuit logique précompilé de représentation de l'environnement
  - ▶ entrées : spécification de la sémantique des inputs l'agent, ensemble de faits statiques (vérités générales), états-transitions de l'environnement
  - ▶ sortie : un circuit logique associant un état de l'environnement à un input de l'agent.
- Exemple ?



# Situated automata (Rosenschein et Kaelbling)

- Gappps :

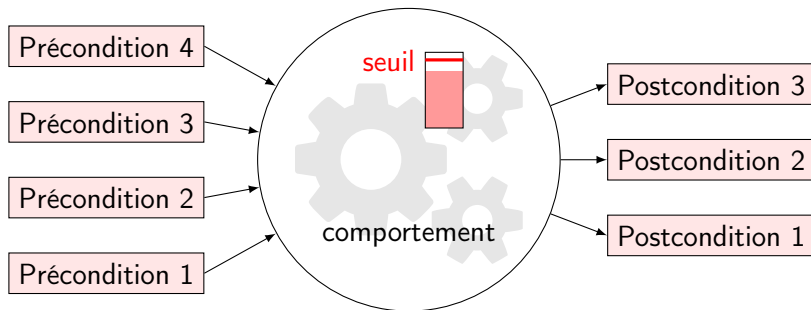
- ▶ langage de compilation de buts
- ▶ soit  $N$  un but de l'agent. Alors, si  $p \implies N$ ,  $p$  devient un but de l'agent,
- ▶ raisonnement à rebours fait offline,
- ▶ entrée : buts finaux de l'agents, règles de réduction des buts,
- ▶ sortie : un circuit logique représentant les buts de l'agent.



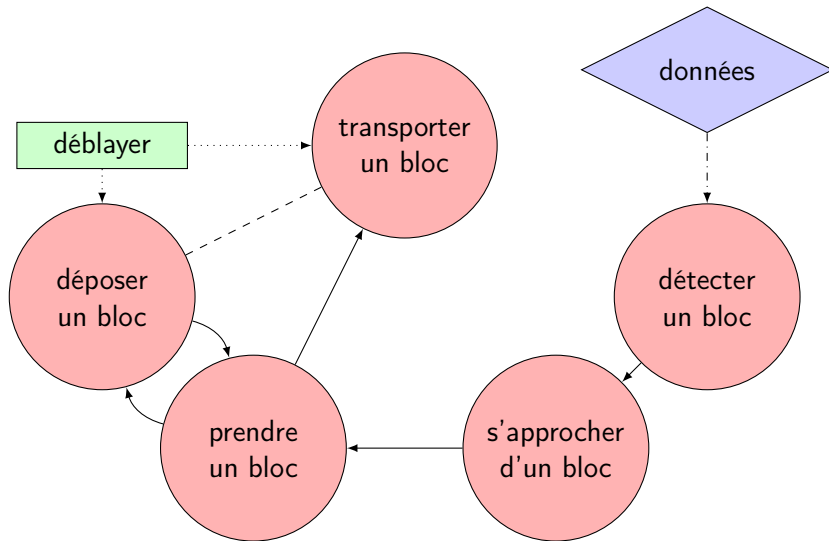
# Agent Network Architecture (Maes)

Comportement émergent :

- planification
- anticipation
- apprentissage
- communication
- introspection
- *adaptation*



# Agent Network Architecture (Maes)



# Agent Network Architecture (Maes)

1. Calcul de la quantité d'énergie apportée par l'extérieur :
  - ▶ Augmentation de l'énergie des comportements menant aux buts
  - ▶ Diminution de l'énergie des comportements exécutés (si comportement en plusieurs pas de temps)
  - ▶ Augmentation de l'énergie des senseurs activés
  - ▶ Diminution de l'énergie des comportements en conflit
  - ▶ Augmentation de l'énergie des successeurs des comportements exécutables
  - ▶ Augmentation de l'énergie des prédécesseurs des comportements non exécutables
2. Calcul de la quantité d'énergie résultante
3. Choix du comportement choisi :
  - ▶ Préconditions remplies
  - ▶ Énergie > seuil
  - ▶ Maximisation (énergie-seuil)
4. Exécution du comportement (énergie ramenée à 0)

# QUELQUES EXEMPLES D'APPLICATION

# Etho Modeling Framework et Modeling an ANTnest Activity (Drogoul)

Architecture d'agents pour la simulation de sociétés d'insectes artificiel :

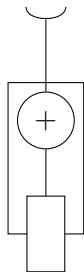
- architecture EMF proche de ANA (niveau d'activation etc.)
- utilisé pour la simulation de fourmilière
- reproduction du comportement de certaines espèces de fourmis
- comportements reproduits
  - ▶ division du travail, spécialisation des fourmis
  - ▶ comportement de la reine et création d'une nouvelle fourmilière
- validation : comparaison avec des données d'éthologie
- extrapolation, recherche de nouvelles hypothèse e.g. que se passe-t-il dans une société avec plusieurs reines ?

# Etho Modeling Framework et Modeling an ANTnest Activity (Drogoul)

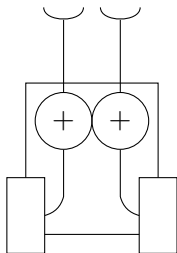
`./Ants.avi`

# Véhicules de Braitenberg

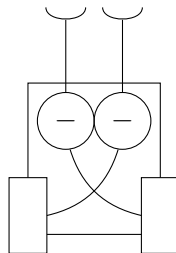
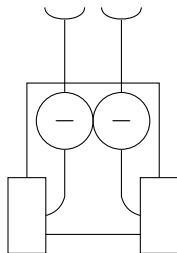
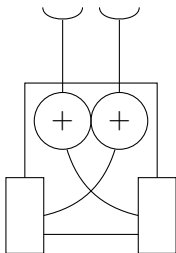
Capteurs reliés à des roues et...c'est tout !



Se déplace  
tout droit



Fuit la  
source



Et une machine qui s'approcherait de la source puis s'en éloignerait ?



# Véhicules de Braitenberg

<https://www.youtube.com/watch?v=yUVcI5Pw2o4>

# Conclusion

Avantages de l'approche réactive :

Limitations de l'approche réactive :

# Conclusion







Avantages de l'approche réactive :

- simplicité
- pas de communication directe
- approche comportementale
- exposition de comportements « intelligents »






Limitations de l'approche réactive :

- intelligence chez le concepteur
- peut être complexe/long à programmer
- gestion des cas imprévu, généralisation complexe
- gestion des cas nécessitant de la mémoire

# Bibliographie I

-  Valentino Braitenberg. *Vehicles : Experiments in synthetic psychology*, MIT Press, 1984.
-  Philip E Agre et David Chapman. "Pengi : An implementation of a Theory of Activity". *AAAI* 87.4 pp 286-272, 1987.
-  Rodney Brooks. "Intelligence without Reason". *Artificial intelligence : critical concepts*, 3, pp 107-63, 1991.
-  Rodney Brooks. "A robust layered control system for a mobile robot". *IEEE journal on robotics and automation*, 3.1 pp 14-23, 1986.
-  Rodney Brooks. 'Elephants Don't Play Chess'. *Robotics and autonomous systems*, 6.1-2 pp 3-15, 1990.
-  Rodney Brooks. "Intelligence without representation". *Artificial Intelligence*, 47 pp 139-149, 1991.

# Bibliographie II

-  Alexis Drogoul, Jacques Ferber Bruno Corbara et Dominique Fresneau. "A behavioral simulation model for the study of emergent social structures". *Toward a practice of autonomous systems*, pp 161-170, 1992.
-  Dimitrios Lambrinos, et Christian Scheier. "Extended Braitenberg Architectures". *AILab Technical Report*, University of Zurich, 1995.
-  Pattie Maes. "The agent network architecture (ANA)". *ACM SIGART Bulletin*, 2.4 pp 115-120, 1991.
-  Craig Reynolds. "Flocks, Herds, and Schools : A Distributed Behavioral Model". *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 21.4 pp 25-34, 1987.
-  Jeffrey S Rosenschein. "Formal theories of knowledge in AI and robotics". *New Generation Computing*, 3.4 pp 345-357, 1985.

# Bibliographie III



Luc Steels. "Cooperation between distributed agents through self-organisation". *IEEE International Workshop on Intelligent Robots and Systems, Towards a New Frontier of Applications*, pp 8-14, 1990.