



**HAL**  
open science

# Sélection par les contingences de renforcement de l'atteinte et de la locomotion chez les enfants voyants et aveugles Simulation robotique du modèle de sélection

Jean-Claude Darcheville

► **To cite this version:**

Jean-Claude Darcheville. Sélection par les contingences de renforcement de l'atteinte et de la locomotion chez les enfants voyants et aveugles Simulation robotique du modèle de sélection. 2005. hal-00003398

**HAL Id: hal-00003398**

**<https://hal.science/hal-00003398>**

Preprint submitted on 20 Jan 2005

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Sélection par les contingences de renforcement de l'atteinte et de la locomotion chez les enfants voyants et aveugles

## Simulation robotique du modèle de sélection

Responsable scientifique : Jean-Claude DARCHEVILLE

Jean-Claude DARCHEVILLE

Unité de Recherches sur l'Évolution des  
Comportements et l'Apprentissage (EA 1059)  
Université de Lille3  
BP 149, 59653 Villeneuve d'Ascq cedex

### Sous-thèmes dont relève ce projet :

Représentation de l'espace  
Apprentissage par renforcement  
Dynamique de l'organisation des conduites dans  
l'espace  
Corps, mouvement, perception  
des objets dans l'espace, handicaps  
Espace, toucher, substitution sensorielle visuo-tactile  
Espace, substitution sensorielle, plasticité cérébrale  
Espace, vision, images  
Espace, audition, sons  
Déplacements, itinéraires, parcours, navigation

### Équipes partenaires :

- Laboratoire de neurosciences du comportement : Université de Lille 1
- Laboratoire d'Informatique du Littoral : Univ. du Littoral Côte d'Opale, Calais
- Laboratoire de Psychologie du Développement : Université L. Pasteur, Strasbourg
- Laboratoire d'Automatique et de Mécanique Industriel et Humaine (UMR CNRS 8530) Université de Valenciennes

## Résumé signalétique

Les recherches projetées s'inscrivent dans une perspective renvoyant l'organisation de l'espace chez le sujet humain à la dynamique de ses conduites. Notre objectif fondamental était de vérifier s'il était concevable que l'émergence de conduites organisées résultât d'une sélection de certains patrons produits de la dynamique de l'action. Cette sélection s'opérerait par les effets des conduites sur leurs environnements. Ce choix d'un déterminisme sélectif excluait une approche constructiviste actuellement dominante. Son intérêt réside dans son économie théorique qui offre aussi de nouvelles stratégies. L'investigation a concerné l'émergence du comportement d'atteinte ou du positionnement de la main. La stratégie de la recherche était de mener de front l'analyse expérimentale des comportements et la simulation à l'aide d'automates numériques et robotiques. Cette stratégie devait nous mener à nous interroger sur les possibles retentissements neurobiologiques de cette conception de l'émergence des comportements. Par la même occasion les prémisses de la complexification comportementale par développement d'une machine (« ontogenèse simulée ») seraient posées.

Les travaux réalisés ont abouti aux résultats suivant. L'émergence du comportement d'atteinte peut être réalisée par sélection chez des enfants de moins de un mois. Le renforçateur de la contingence de renforcement peut être un stimulus sonore ou tactile. Ce renforçateur est arbitraire au regard de la conduite en cours. La sélection n'est pas motivée ou finalisée.

Pour la simulation il a été développé une génération d'automate MAABAC (architecture d'agents autonomes, et algorithmes d'apprentissage par renforcement) adaptée à la modélisation et à la simulation de l'adaptation du comportement d'organismes multi-segmentés. MAABAC peut apprendre par façonnage de comportements peu probables. La comparaison des résultats de simulations avec le résultat d'expériences de la littérature montre la pertinence de l'approche. La complexification de l'organisme simulé n'entraîne pas nécessairement des temps d'apprentissage plus long

*Mots-clés* : Contingences de renforcement • conditionnement opérant • apprentissage par renforcement • dynamique • développement suppléance sensorielle • perception de l'espace • perception tactile • modélisation et simulation de la dynamique comportementale • systèmes logiciels adaptatifs

*Nombre de participants* : Psychologie : 5 ; Informatique : 4 ; Automatique : 3

*Nombre d'hommes-mois* : 4

## Rappel des enjeux fixés à l'origine et résumé des résultats effectivement atteints

### Psychologie

- Il s'agit de mettre en évidence que le positionnement de la main dans l'espace immédiat de l'enfant peut être obtenu en utilisant le renforcement de la position choisie arbitrairement par l'expérimentateur. Cela ne doit dépendre ni de la position, ni de la nature du renforçateur. Ceci requiert que ce comportement n'apparaisse que si le stimulus renforçateur est strictement dépendant de l'apparition du comportement. On choisit des renforçateurs auditifs, visuels et tactiles.

- L'effet ne doit tenir qu'à la stricte contingence de renforcement. Hormis cette contingence aucune motivation entre le comportement et le stimulus renforçateur ne doit être invoquée. Dans le cas de stimulus auditifs et tactiles cette condition est immédiatement réalisée. En ce qui concerne le stimulus visuel, la coordination de l'action et de la vision lorsque le sujet voit sa main peut être invoquée. Cette question sera réglée en utilisant comme renforçateur une séquence vidéo (dessin animé)

- Afin d'augmenter la portée explicative des effets de la contingence de renforcement, des jeunes enfants aveugles incapables d'atteindre seront confrontés conditions expérimentales précédentes avec pour renforçateur les stimulus tactiles. Ces stimulus seront obtenus par transduction d'un signal lumineux en stimulus tactile par déplacement d'une caméra fixée aux membres en mouvement en un stimulus tactile.

- *Les résultats* Ils mettent en évidence les faits attendus. En ce qui concerne les stimulus auditifs et tactiles. L'expérimentation chez les sujets aveugles est en cours.

### Informatique et automatique

La simulation informatique et robotique est considérée comme un outil supplémentaire de mise à l'épreuve des conjectures. Concevoir l'émergence d'un comportement comme sélection par l'installation d'une contingence de renforcement implique que nous retenions des automates dont les règles d'apprentissages n'étaient que des algorithmes de renforcement. L'architecture de l'automate (MAABAC: *Multi-Agent Animat for Behavioral Arm Control*) simulant le déplacement du membre supérieur, se composait de 4 agents autonomes obéissant chacun à un algorithme de renforcement. Les 4 agents avaient accès à l'unique renforçateur distribué. Aucune communication entre ces agents existait. Ils étaient organisés en couple d'éléments antagonistes: l'un déplaçait un segment dans une

direction, l'autre dans la direction opposée. Deux segments « représentaient » le membre supérieur. On simulait ainsi les articulations du coude et de l'épaule. (*Multi-Agent Animat for Behavioral Arm Control*)

Les objectifs sont:

- Vérifier que le bras se positionne à l'endroit du renforcement, que ce stimulus est généralisable, que le comportement s'éteint.

- Analyser plus complètement le comportement de MAABAC, notamment, combien de mouvements peuvent-ils être acquis sans détérioration des précédents?

- Analyser formellement les performances de MAABAC;

- Complexifier MAABAC: lui ajouter un second bras qu'il devra apprendre à coordonner avec le premier. Puis, compléter les bras avec une « main » et d'autres membres;

- Étudier des indices permettant de juger la pertinence des résultats de simulation par rapport à la réalité.

- Élaborer un robot électromécanique

- *Les résultats.* Effectivement MAABAC est capable de positionner l'extrémité de son « membre supérieur » à l'endroit du renforcement. Les segments (« bras », et « avant bras ») se déplacent comme ceux d'un sujet humain mis dans cette situation. Les régularités connues du comportement humain, généralisation du stimulus, extinction des comportements sont retrouvées. Il est capable de coordonner deux membres. L'ajout d'un torse se traduit par son utilisation telle que le ferait un sujet humain pour saisir un objet. La complexification se traduit par une diminution du temps d'apprentissage. La construction du robot reste à faire.

### Neurosciences

- A la lueur de la génération des automates DARWIN de l'équipe d'Edelman reposant sur un certain nombre de pré-supposés neurophysiologiques quant au processus d'émergence des comportements peut comprendre l'efficacité de MAABAC qui se distinguent par une architecture d'agents totalement autonomes.

*Les résultats* Nous ne sommes pas en mesure d'explicitement le comportement de MAABAC. La mise en place de l'expérimentation neuropsychologique concernant le rôle du système dopaminergique rencontre des difficultés techniques non résolues.

## Publications issues du projet

Darcheville, J-C (2002) Y a-t-il une place pour la contingence de renforcement dans le couple perception-action? in Y. Coello, J. Honoré (Eds) *Percevoir, s'orienter et agir dans l'espace*. Solal: Marseille

Darcheville, J-C. & Boyer, C. (soumis) Operant conditioning of reaching in young infants *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*

Delepoulle, Preux, Darcheville. (2001) L'apprentissage par renforcement comme résultat de la sélection. *Apprentissage automatique et Évolution artificielle*, 1, 9-30.

Duboz, Ramat, Preux (2001) Towards a coupling of continuous and discrete formalisms in ecological modelling – influence of the

choice of algorithms and results, *Proc. 13<sup>th</sup> European Simulation Symposium*, pp. 481-487, Marseille.

Duboz, Ramat, Preux, Using emergent computation for coupling a classical prey-predator model with a reactive agent model, (à paraître)

Preux, Ph. (2002) Propagation of Q-values in tabular TD (2001) (Elomaa, Mannila, Toivonen eds), Springer-Verlag, *Lecture Notes in Artificial Intelligence* 2430, pp. 369-380,

Segond, H., Sampaio, E. & Weiss, D. (soumis). Tactile reinforcement of babies through a sensory substitution system; Early touch perception of visual information. *International Journal of Behavioral Development*