



# Des AG vers la GA

## Sélection darwinienne et SMA

rapport de 2ème année de thèse

**Samuel Landau**

**Directeur de thèse : Alexis Drogoul**

## Concevoir automatiquement des comportements de SMA situés et adaptatifs

- Paradigme : la collectivité de robots en environnement réel
  - Difficultés liées à l'aspect émergent du comportement et à l'absence de contrôle total sur l'environnement
  - Approches délibératives : problèmes d'ancrage et de temps limité
  - Approches comportementales : adaptées, mais énorme travail des concepteurs
  - Approches évolutionnistes : automatise la création des comportements mais chacune a des avantages et inconvénients. Et surtout, appliquées en majorité à des

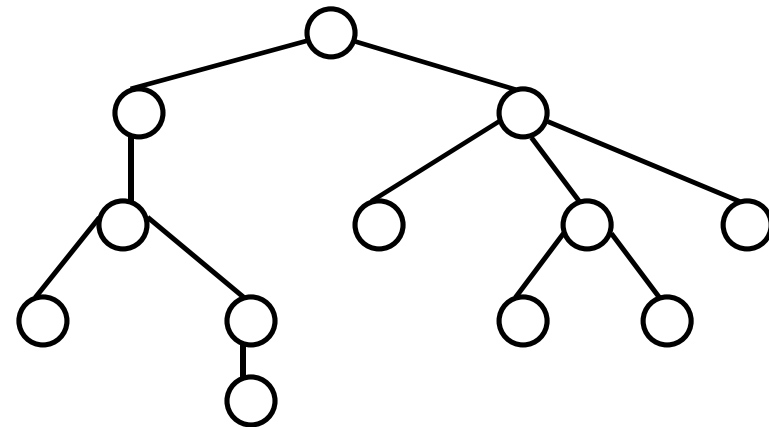
Algorithmes génétiques  
et stratégies  
évolutionnistes



**paramètres**  
pour un comportement prédéfini

- + continuité génotype  $\square$  phénotype
- pouvoir expressif faible

Programmation génétique et  
programmation évolutionniste



structure exécutable

- + conception automatique de comportement
- contraintes structurelles fortes (problèmes syntaxiques,

## Le corps d'un SMA?

- Conception sociale du corps : entité faite de parties distinctes et autonomes (corps d'armée, corps enseignant)
  - entité close et distincte (dimension située et réelle)
  - société organisée (dimension virtuelle et artificielle)
- Processus permanent de construction de l'image corporelle

la corporéité est donc un problème central pour  
les SMA situés et adaptatifs



# Métaphores pour les SMA adaptatifs (1)



## Organisme

- Adaptation du système **entier** à son environnement
- La corporéité comme processus de couplage entre un corps «physique» et une structure cognitive, reposant sur la situation du système
- Emergence d'un comportement collectif
- Développement du système = processus **ontogénétique**

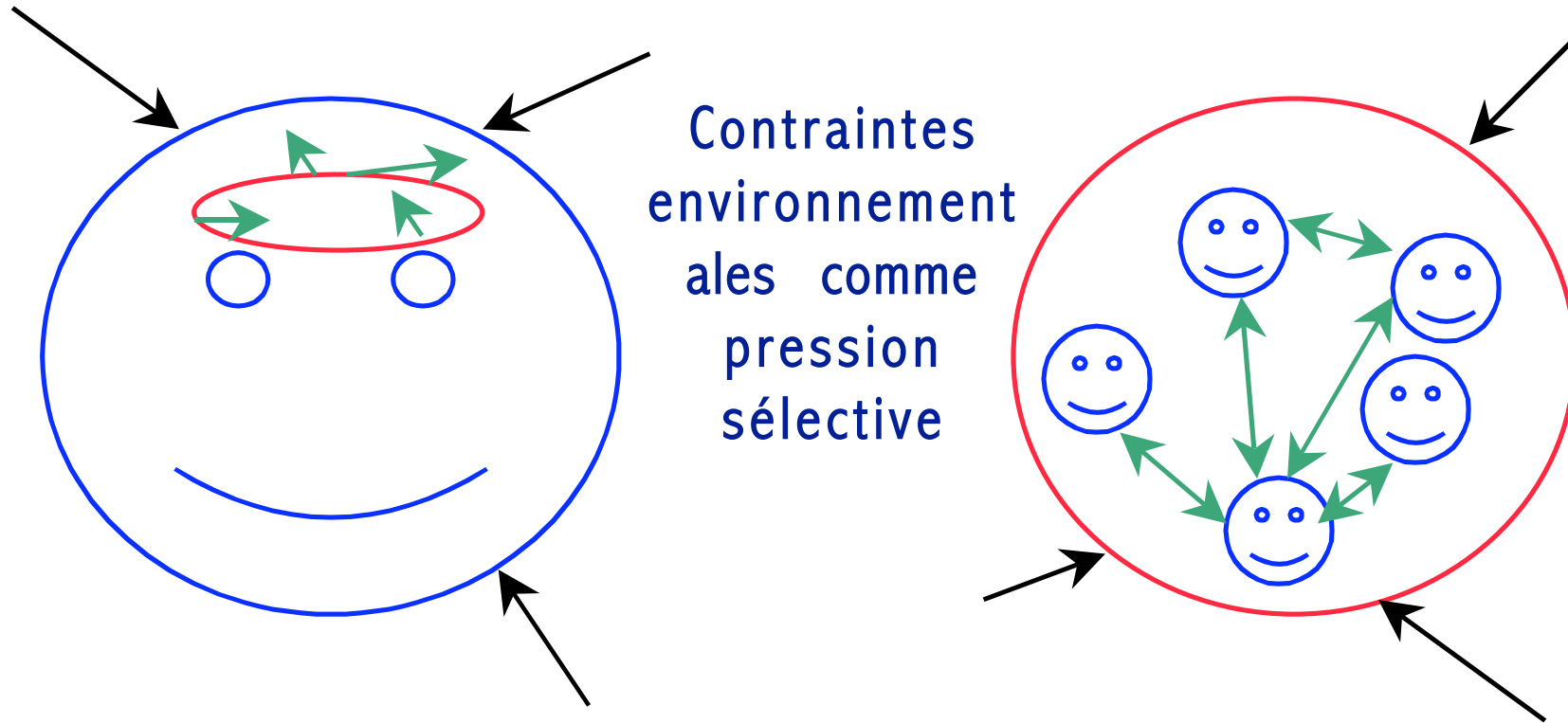


# Métaphores pour les SMA adaptatifs(2)



## Ecosystème

- Adaptation de chaque agent à son **propre** environnement
- Processus d'apprentissage collectif reposant sur la situation des agents dans le système
- Emergence d'une organisation du système
- Evolution des agents dans le système = processus **phylogénétique**



**Organisme**



**Ecosystème**

qui se développe (composé d'agents)

Composé d'agents qui évoluent

---

## Hypothèses de travail

- Les processus phylogénétiques et ontogénétiques sont l'expression du même phénomène à différentes échelles
- La corporéité comme processus d'organisation des agents situés dans le système

## Objet

- étudier le processus évolutionniste qui produit l'organisation
- comment faire évoluer des comportements d'agent dans un système situé? («Éthogénétique»)



L'Ethogénétique est notre approche pour la conception de comportements d'agents évolutables dans un système situé

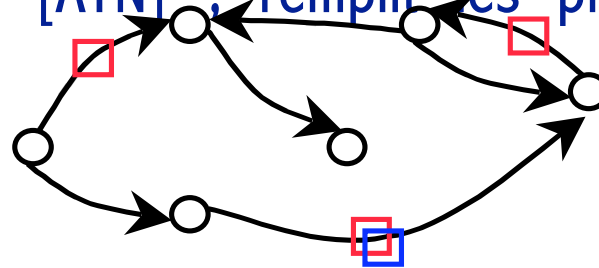
Cette approche implique l'utilisation de structures écrivant le comportement des agents, avec les propriétés suivantes :

- (1) Elle doit permettre des comportement d'agent de **complexité quelconque**
- (2) Elle doit autoriser l' **adaptation cumulative** de façon à permettre (3)
- (3) Elle doit employer un processus d'évolution « **aveugle** » (i.e. sélection Darwinienne)
- (4) Elle doit manipuler des structures **compréhensibles et manipulables** (bootstrap, observations, modifications...)

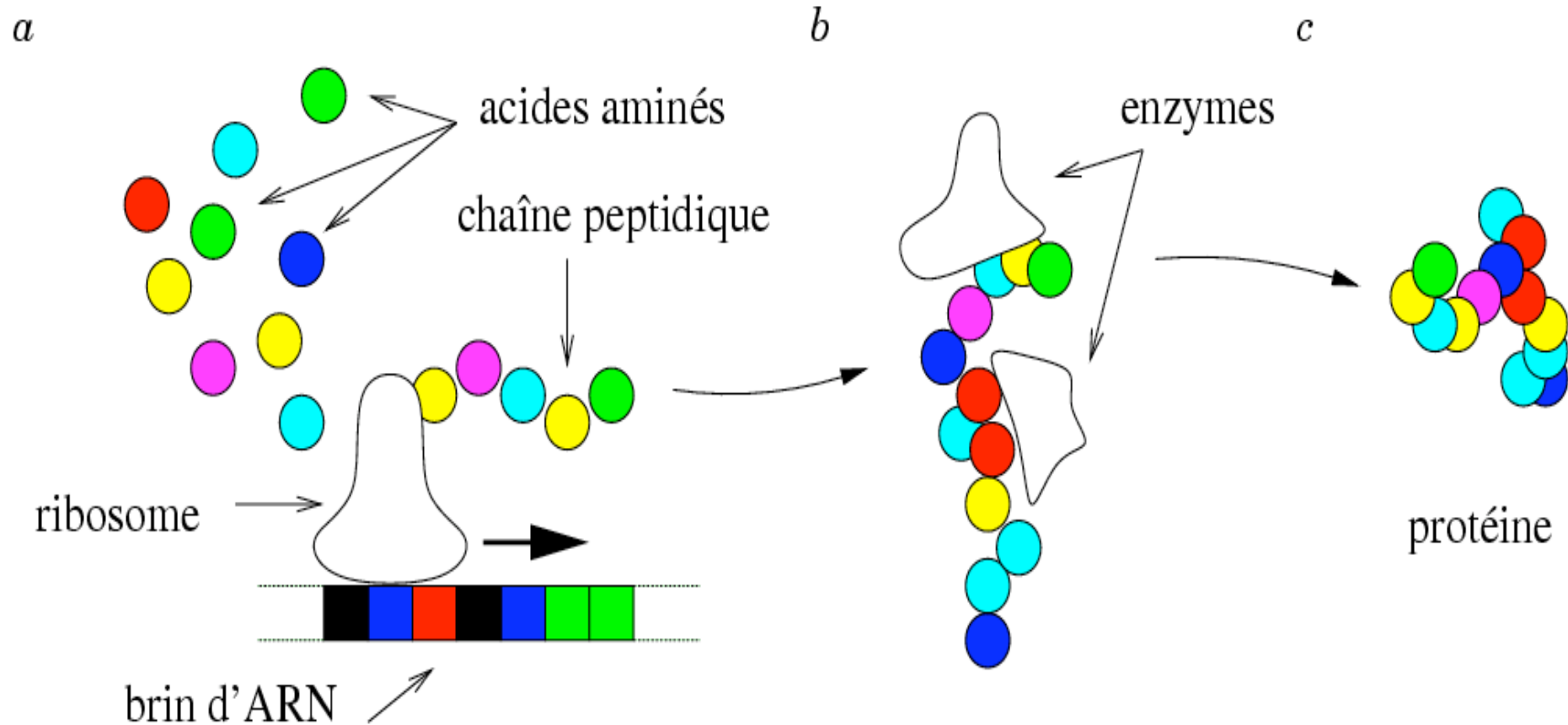
Les approches évolutionnistes existantes ne satisfont pas simultanément les 4 propriétés.

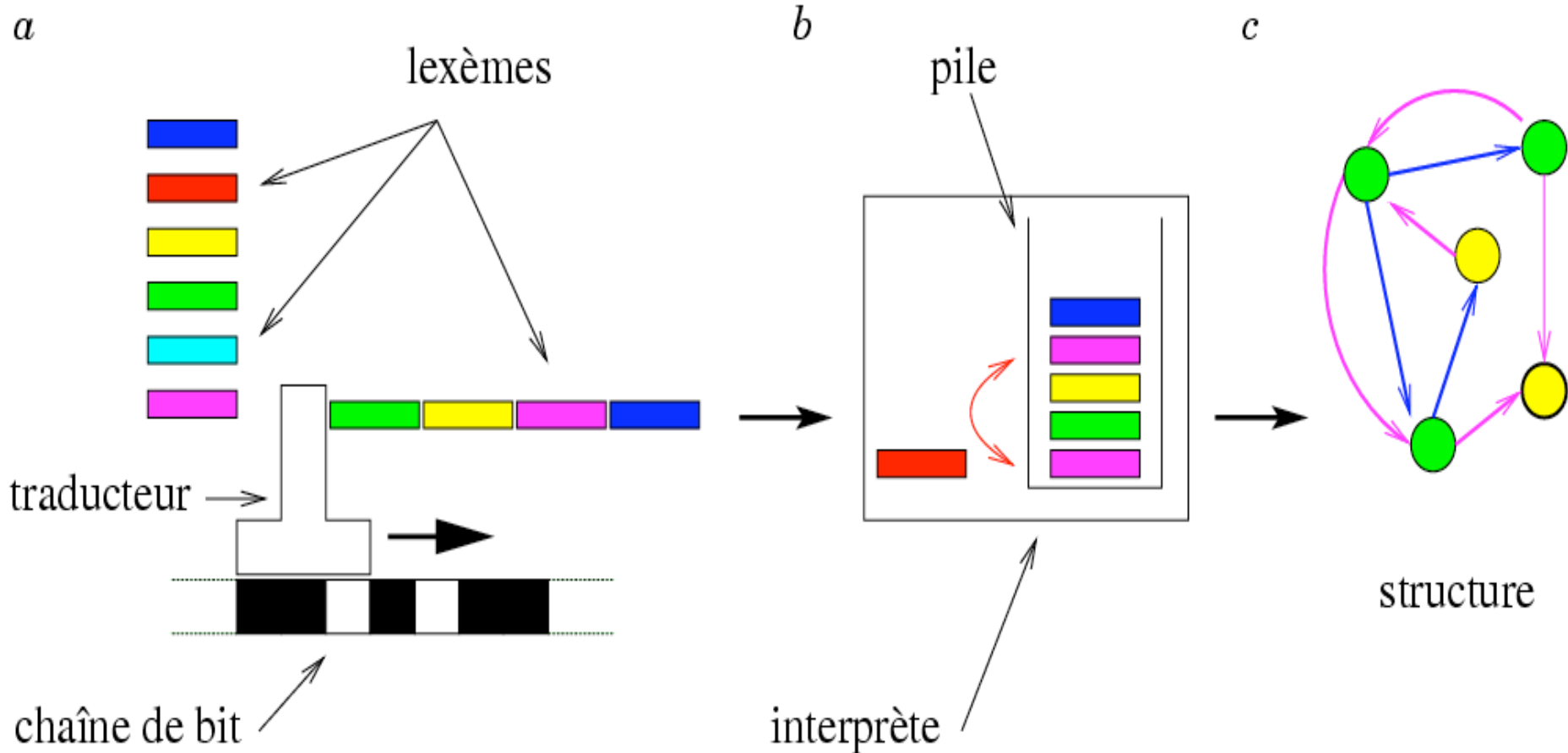
Le modèle conforme à l'Éthogénétique que nous proposons est basé sur :

- un automate non-déterministe pour représenter le comportement d'un agent (graphe [ATN] ; remplit les propriétés 1 & 4)



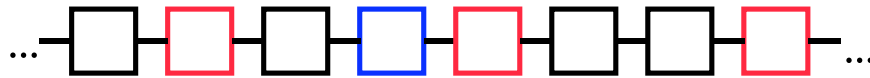
- un modèle d'expression utilisant une pile (pour remplir les





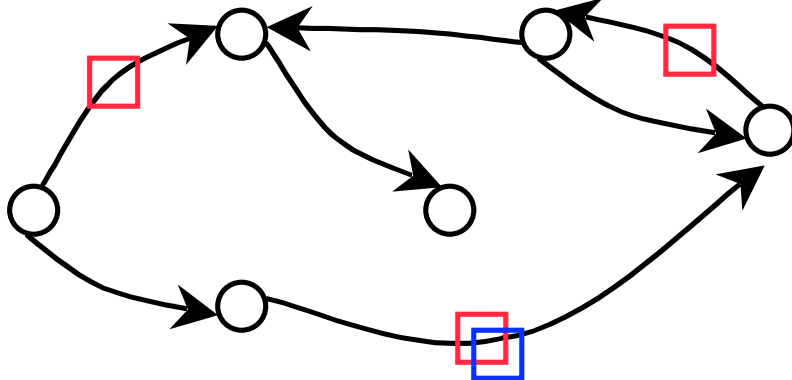
...010111001011110010100101...

chaîne de bit



Traduction

lexèmes



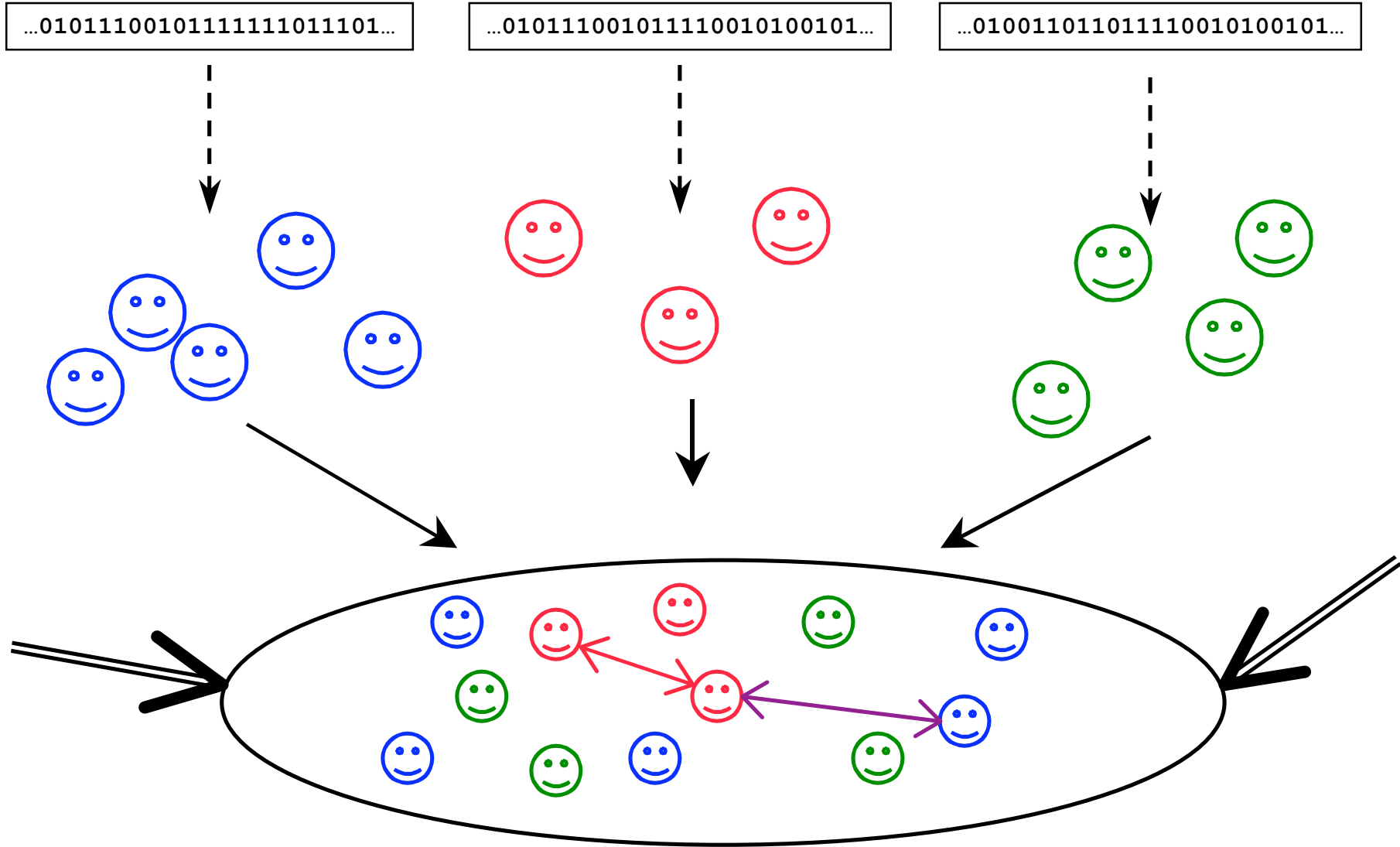
Interpretation

graphe (ATN)



# Le modèle *ATNoSFERES*

## Architecture multi-agent



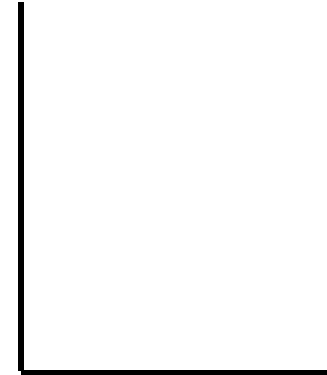
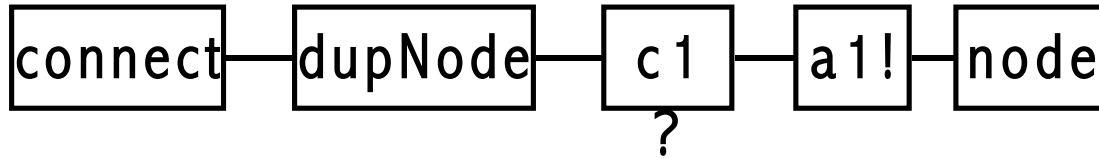


# Le modèle *ATNoSFERES*

construction d'un ATN (1)



interprète



---

ATN

<vide>

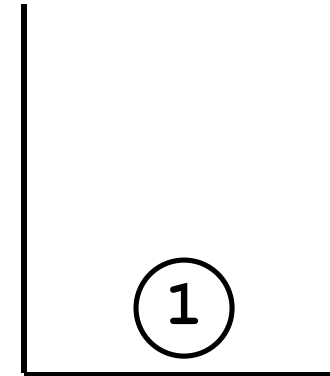
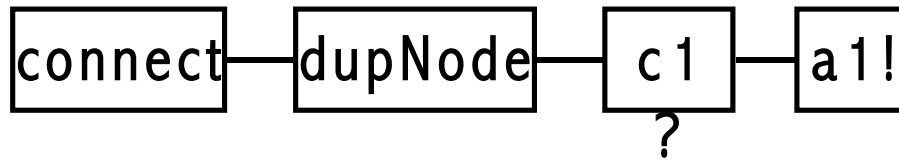


# Le modèle *ATNoSFERES*

## construction d'un ATN (2)



interprète

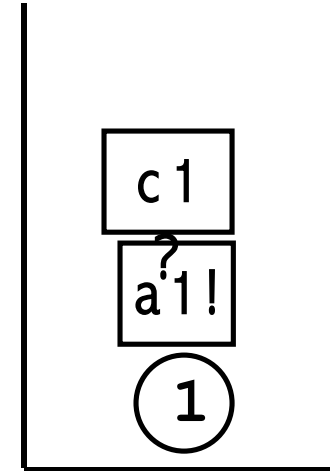
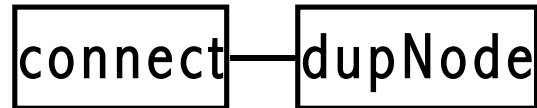


ATN





interprète



ATN





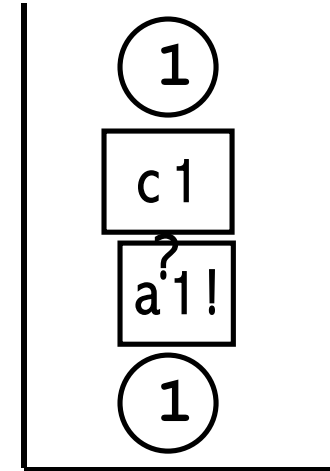
# Le modèle *ATNoSFERES*

## construction d'un ATN (4)



interprète

connect



ATN

1

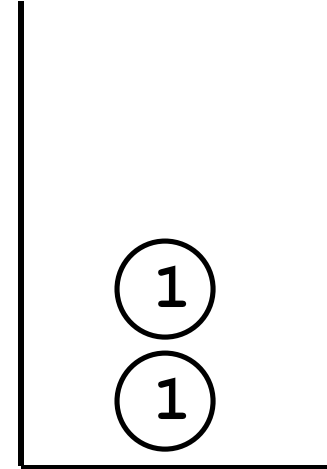


# Le modèle *ATNoSFERES*

construction d'un ATN (5)



interprète



ATN

c1?  
a1!



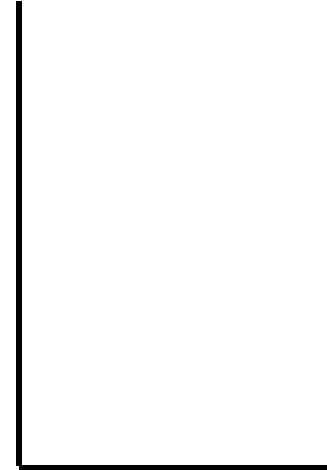


# Le modèle *ATNoSFERES*

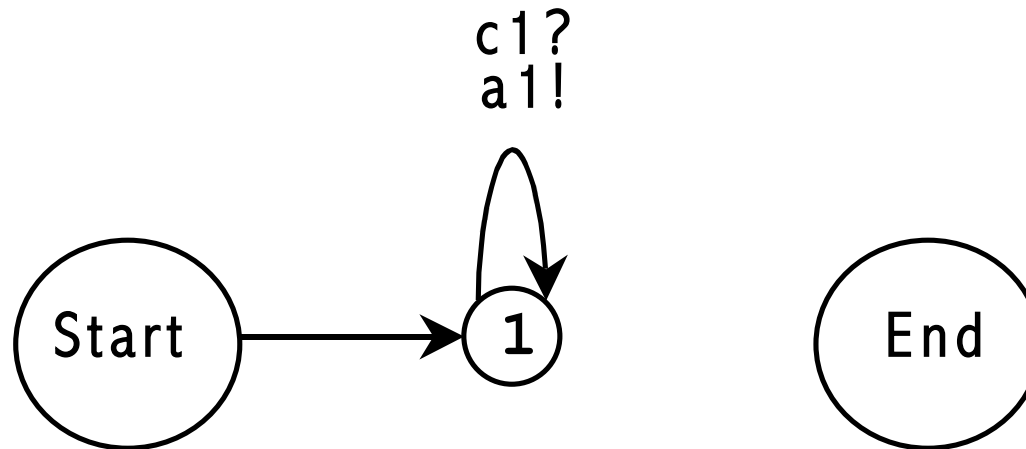
construction d'un ATN (6)



interprète



ATN





# Propriétés du modèle ATNoSFERES



- Syntaxe :
  - représentation dynamique
  - séparation entre la syntaxe et la sémantique
  - redondance
- Sémantique :
  - lien comportemental fort en parents et descendants
  - adaptation cumulative (quasi-continuité entre le genome et le graphe)
- Complétude :
  - pouvoir d'expression
  - biaislimité des opérateurs de recherche
- Pas d'hypothèses spécifiques concernant les capacités cognitives des agents
- Exploitation du non-déterminisme lors de la recherche
- ~~Modularité (localité)~~

- Expériences en cours et à venir sur des SMA (révisions mineures du modèle à envisager)
- Une approche sélectionniste pour la conception de SMA situés
- Application de l'Ethogénétique à un modèle distribué d'évolution artificielle, la génétique d'agent
- Utilisation de l'expression à pile (construire n'importe quelle structure à partir d'une même représentation)