

# Chunking et simulations multi-agents

## La question de la rationalité limitée

Fernand Gobet

*Department of Psychological Sciences*



UNIVERSITY OF  
LIVERPOOL

# Plan de l'exposé

- **Rationalité limitée**
- **L'architecture CHREST**
- **Chunking et expertise**
- **Le monde des tuiles (tileword)**
- **Simulations multi-agents**
- **Conclusions**

# Rationalité limitée (I)

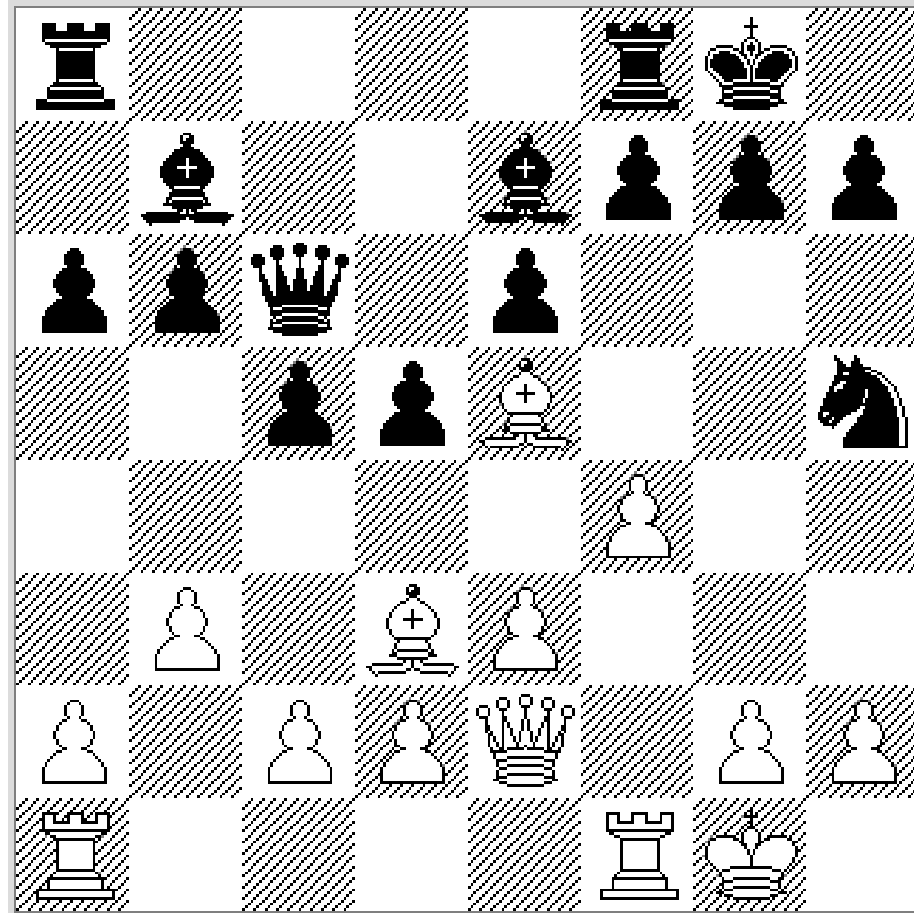
- **Concept proposé par Simon (1957)**
- **La cognition humaine est limitée**
  - Capacité de traitement de l'information limitée (p.ex. mémoire à court terme)
  - Accès limité à l'information
- **Conséquences négatives**
  - Rarement possible de produire des solutions optimales
  - Il faut se contenter de solution suffisamment bonnes
  - Présence d'erreurs
- **Conséquences positives**
  - Temps de décision peuvent être rapides
  - Attention est sélective

# Rationalité limitée (II)

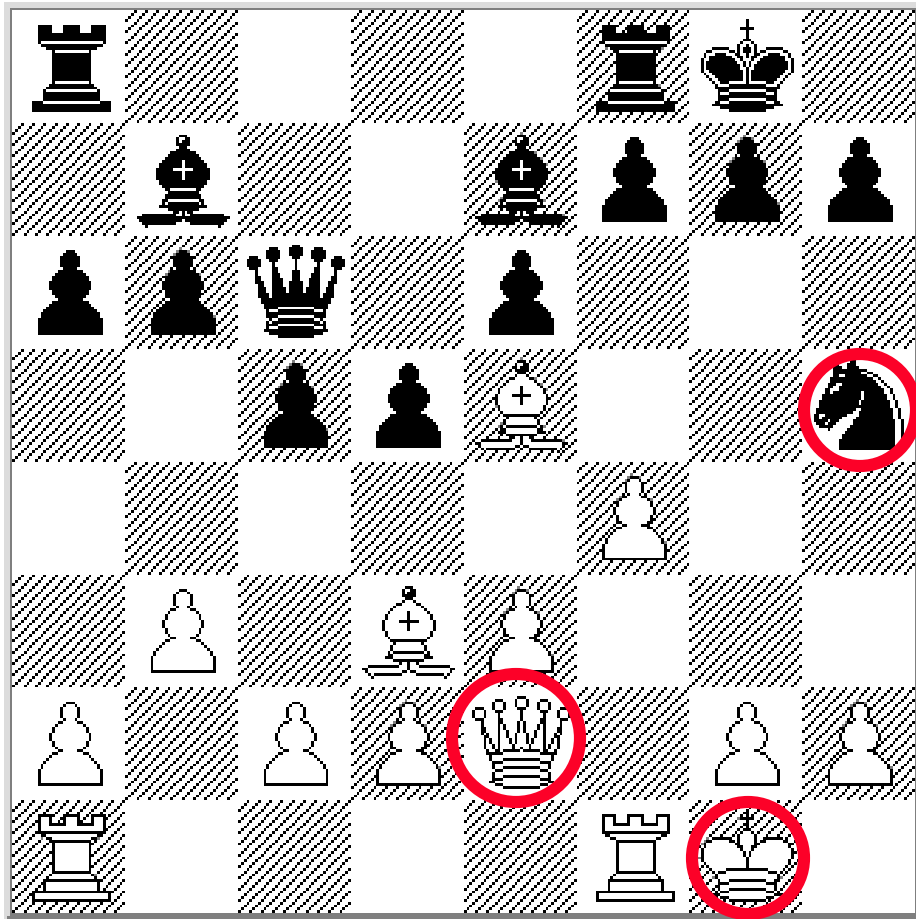
- **Différentes vues actuellement sur la rationalité**
- **Les sciences économiques font l'hypothèse d'une rationalité parfaite**
- **En psychologie**
  - Rationalité parfaite souvent postulée, p. ex. raisonnement, prise de décision
  - Mais:
  - Heuristiques et bias (Kahneman & Tversky, 1979)
  - Heuristiques (Gigerenzer et al., 2011)
  - L'architecture cognitive CHREST est basée sur l'hypothèse d'une rationalité limitée

# Comment devenir un expert en dépit d'une rationalité limitée ?

- **Solution : Perception et mémoire à long-terme**
- **Les experts ont une excellente mémoire immédiate au sein de leur domaine de maîtrise**
- **Typique de la plupart des domaines d'expertise**
  - **Sciences**
  - **Arts**
  - **Sports**
  - **Jeux**





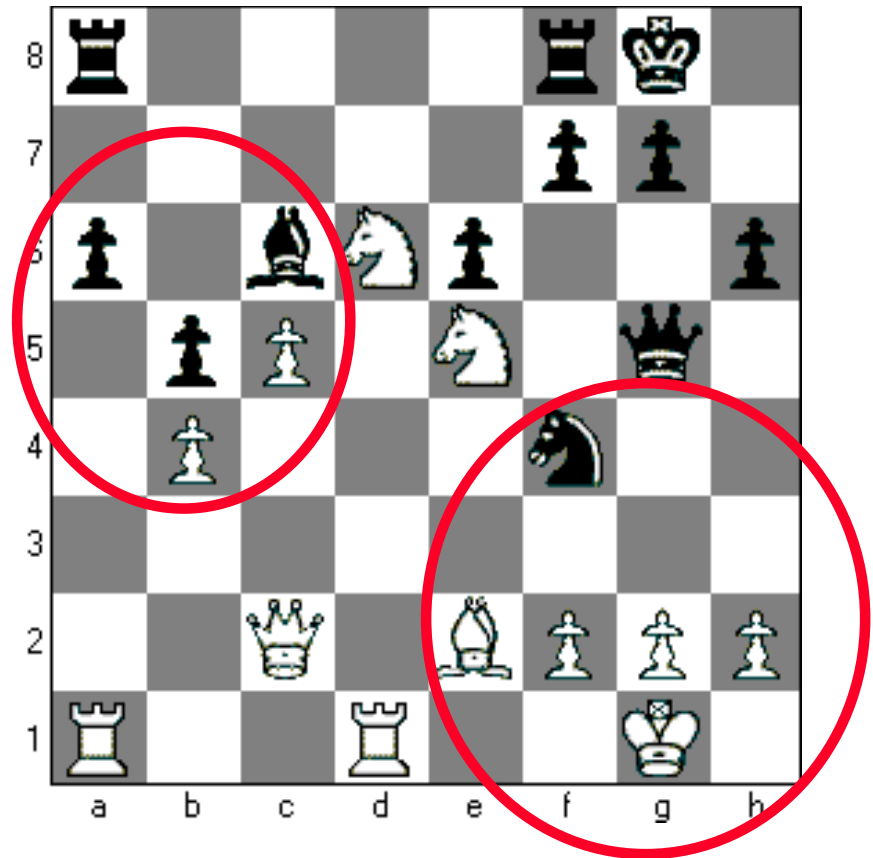


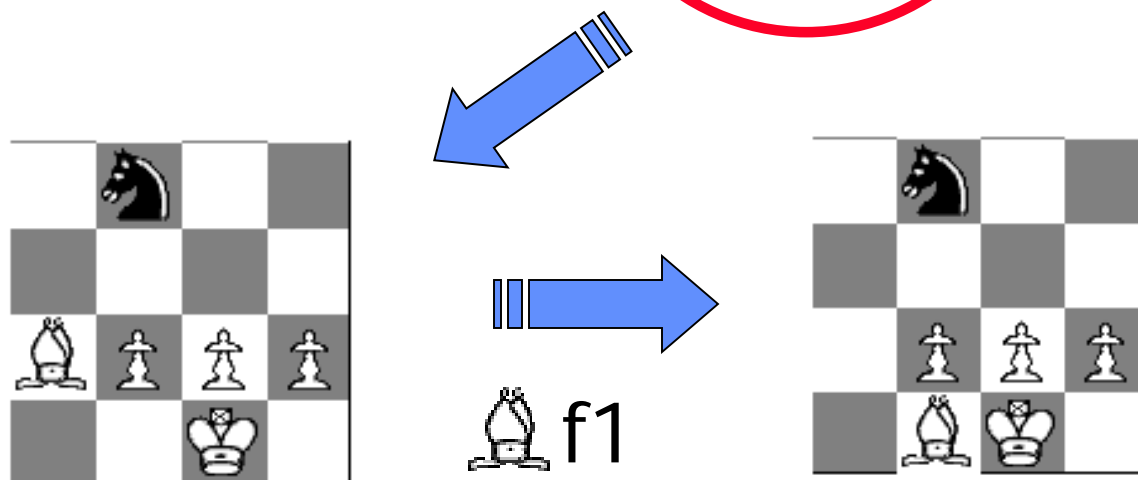
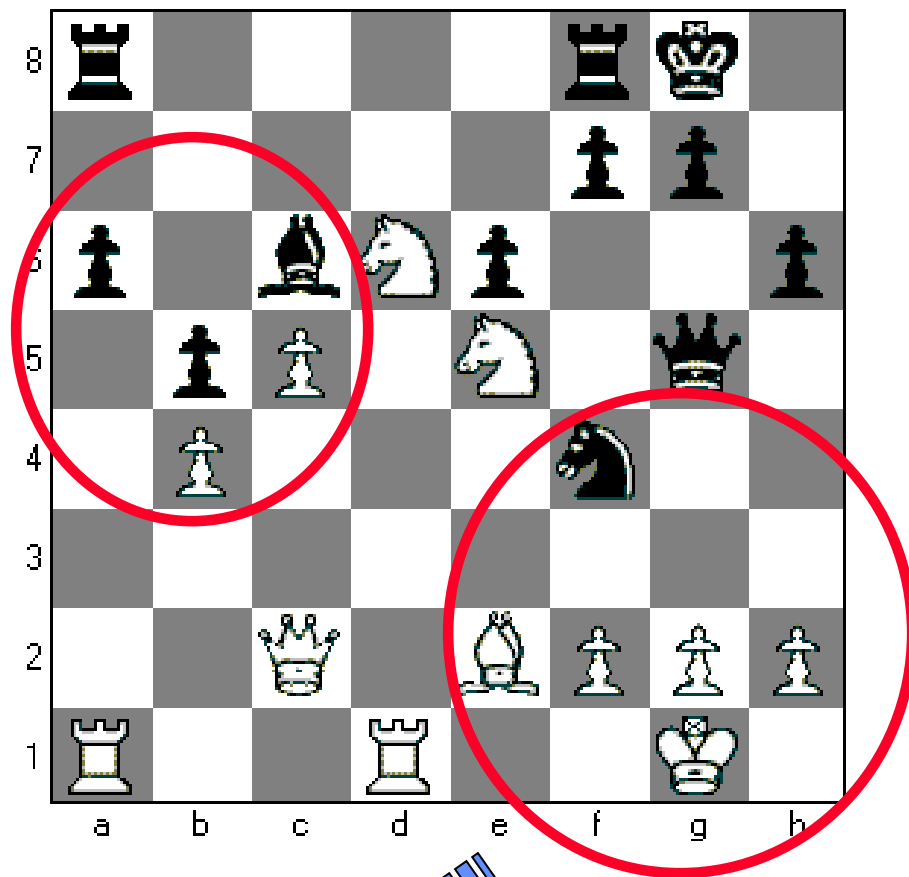




# La théorie du chunking (Chase & Simon, 1973)

- L'information en mémoire à long terme (MLT) est encodée sous forme de 'chunks'
  - Chunks = unités de perception, pouvant être construites hiérarchiquement
  - Il faut environ 8 secondes pour créer un chunk





# **Théorie des chablon**

## **(Gobet & Simon, 1996, 2000)**

- **Extension de la théorie du chunking de Chase et Simon (1973)**
- **Joint perception de bas niveau avec connaissances schématiques**
- **Certains chunks fréquents deviennent des structures plus complexes (chablon)**
  - Les chablon possèdent des “places” permettant d’encoder pièces et cases
  - Cela permet d’encoder l’information rapidement

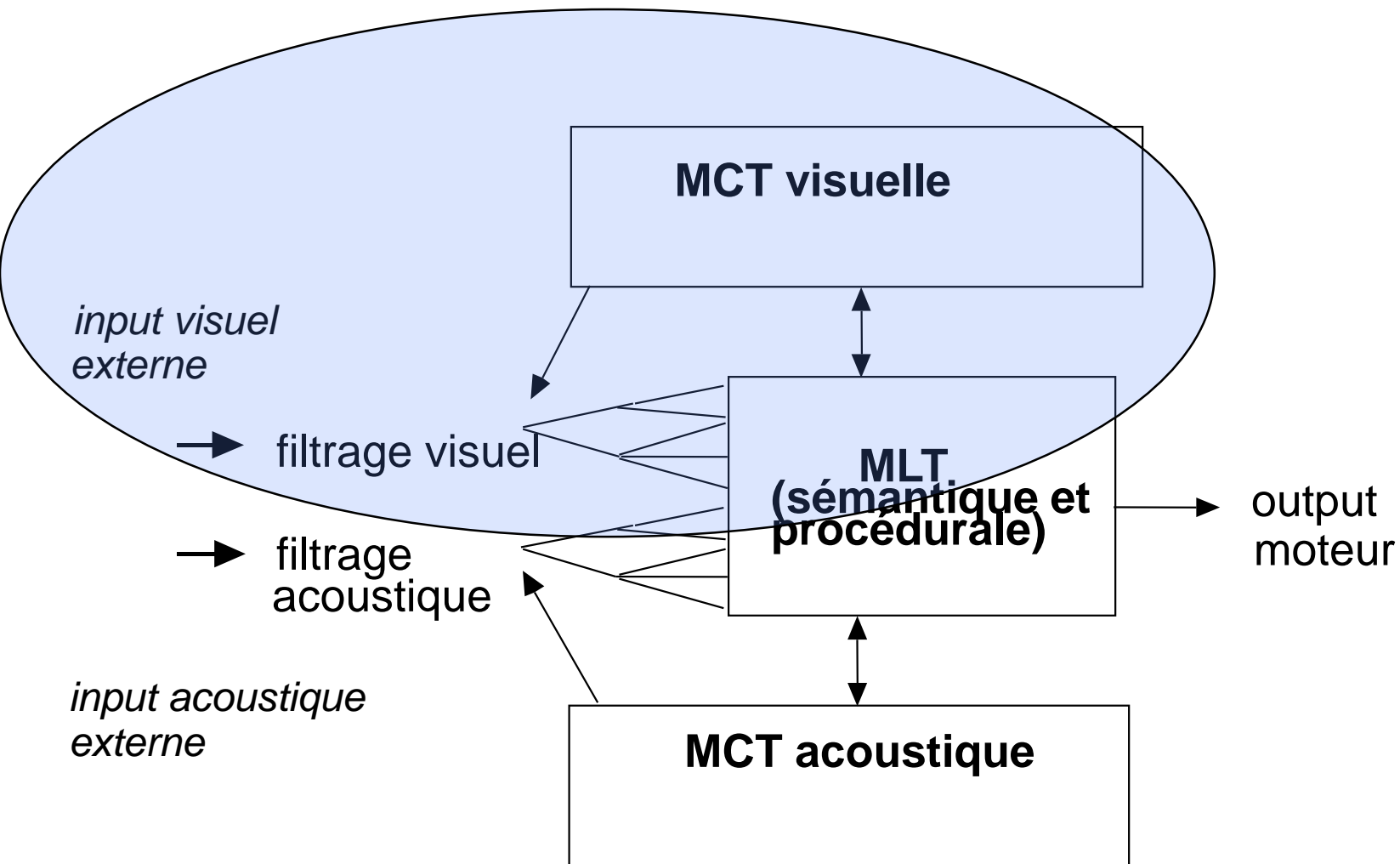
- **La MCT (visuelle) est limitée à 4 chunks**
- **Le chunk le plus grand en MCT est utilisé pour diriger les mouvements oculaires**
- **Des paramètres temporels sont utilisés**
  - p. ex., temps d'encodage en MCT = 50 msec
- **Première version de CHREST**

# CHREST

- **Chunk Hierarchy & REtrieval STructures**
  - Gobet (1993), Gobet et al. (2001)
- **Architecture cognitive implémentée sous forme de programmes d'ordinateur**
  - Premières versions en Lisp
  - Actuellement en Java
- **Caractéristiques principales**
  - Mémoire à court-terme a une capacité limitée
  - L'attention est limitée
  - Les connaissances sont stockées en mémoire à long-terme sous forme de chunks
  - Les temps d'apprentissage sont relativement lents
  - Cycle perception – mémoire
    - Ce qui est perçu détermine ce qui va être appris et les connaissances déterminent ce qui va être perçu

# Domaines de simulation

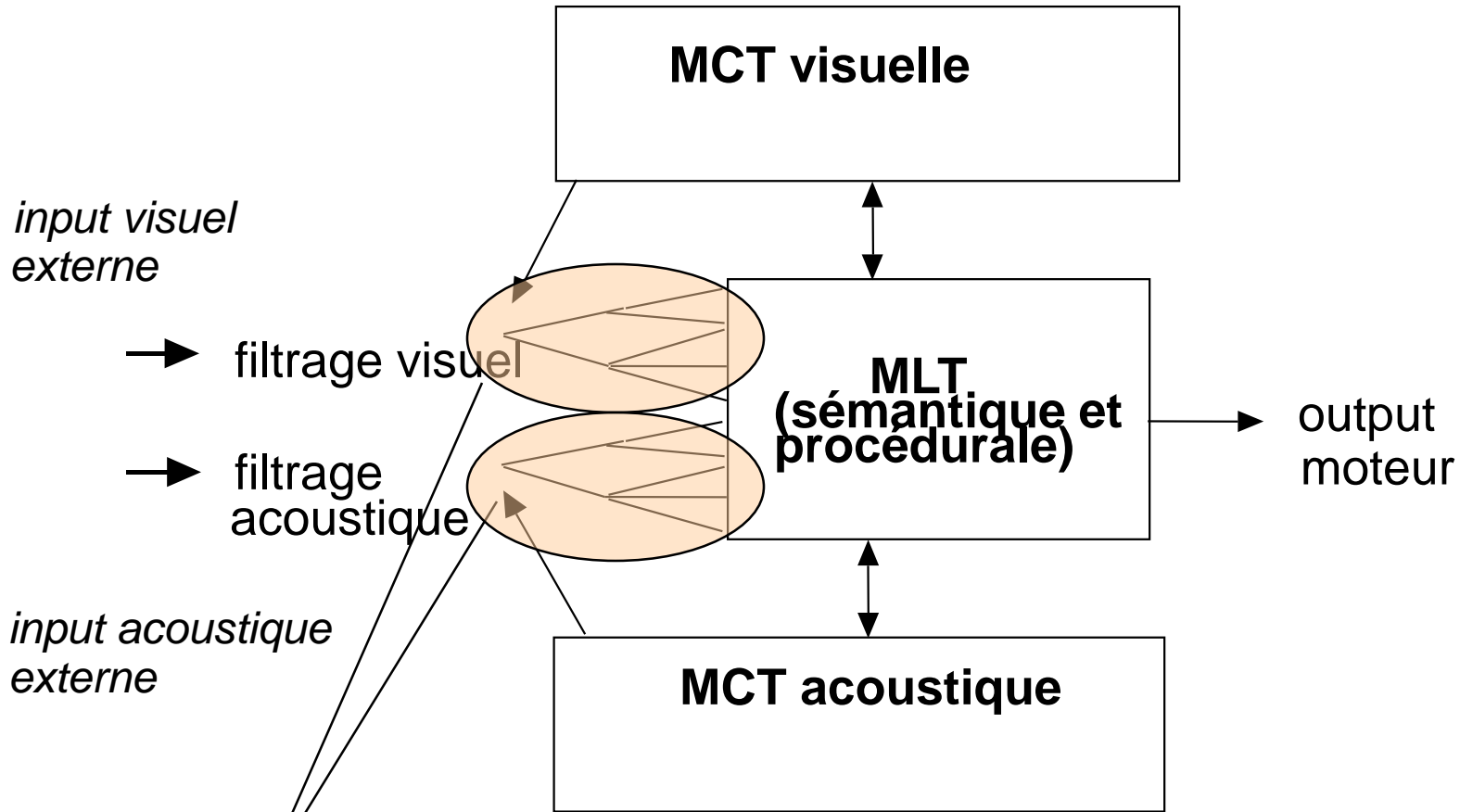
- **Acquisition de l'expertise**
  - Échecs
  - Awélé
  - Go
  - Physique
  - Informatique
- **Acquisition de la langue maternelle**
  - Syntaxe
  - Vocabulaire
- **Epreuve piagétienne de la balance**
- **Apprentissage verbal**
- **Apprentissage implicite**
- **Formation de concepts**
- **Dépendance au jeu**



**MCT:** mémoire à court-terme

**MLT:** mémoire à long-terme



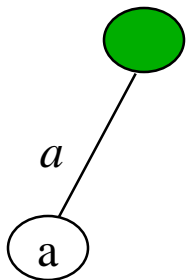


Réseau de discrimination

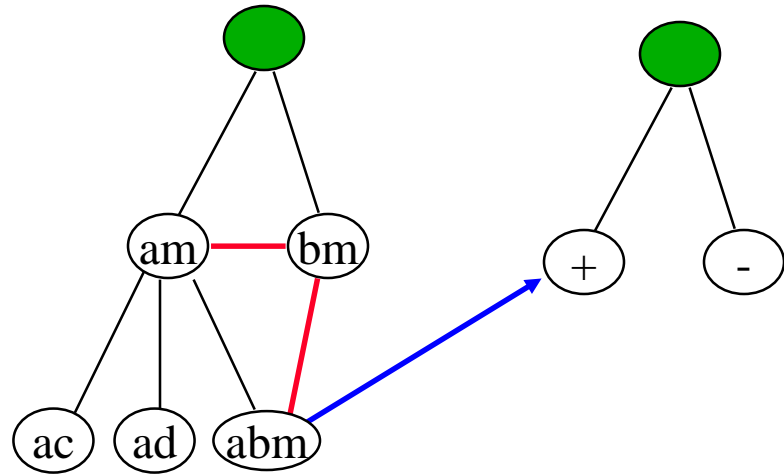
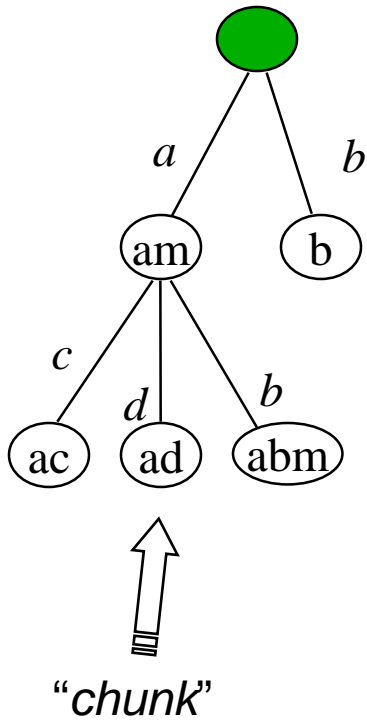
**MCT:** mémoire à court-terme

**MLT:** mémoire à long-terme

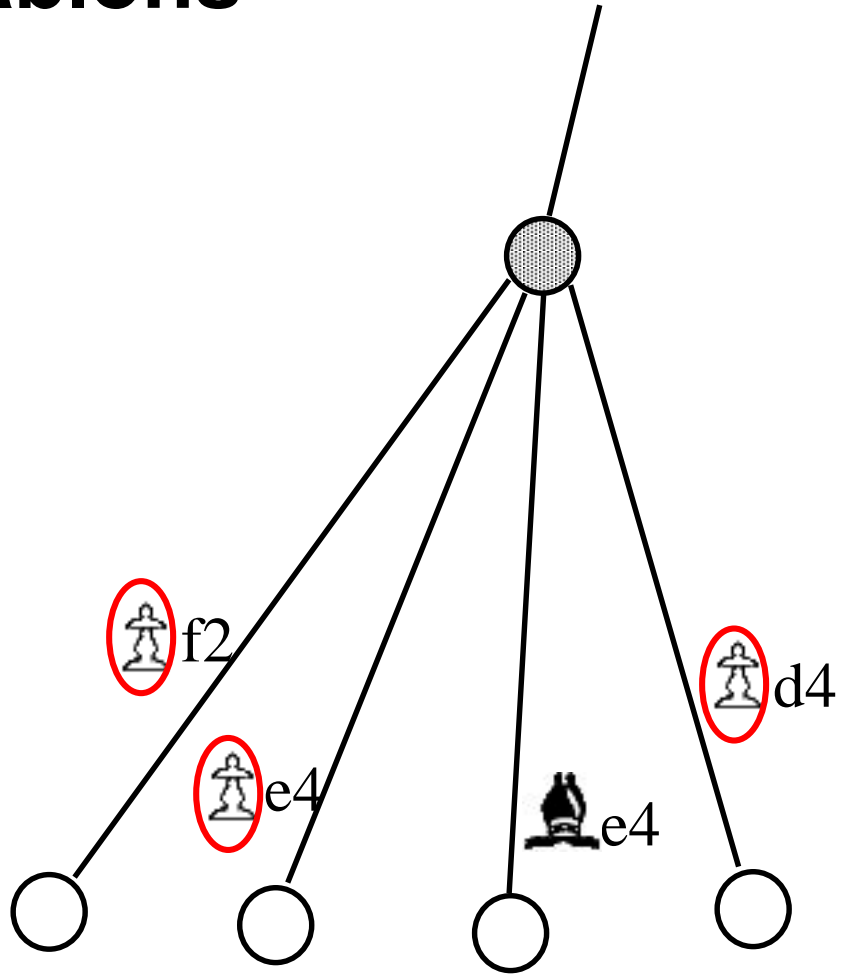
# Comment CHREST apprend: Création d'un réseau de discrimination



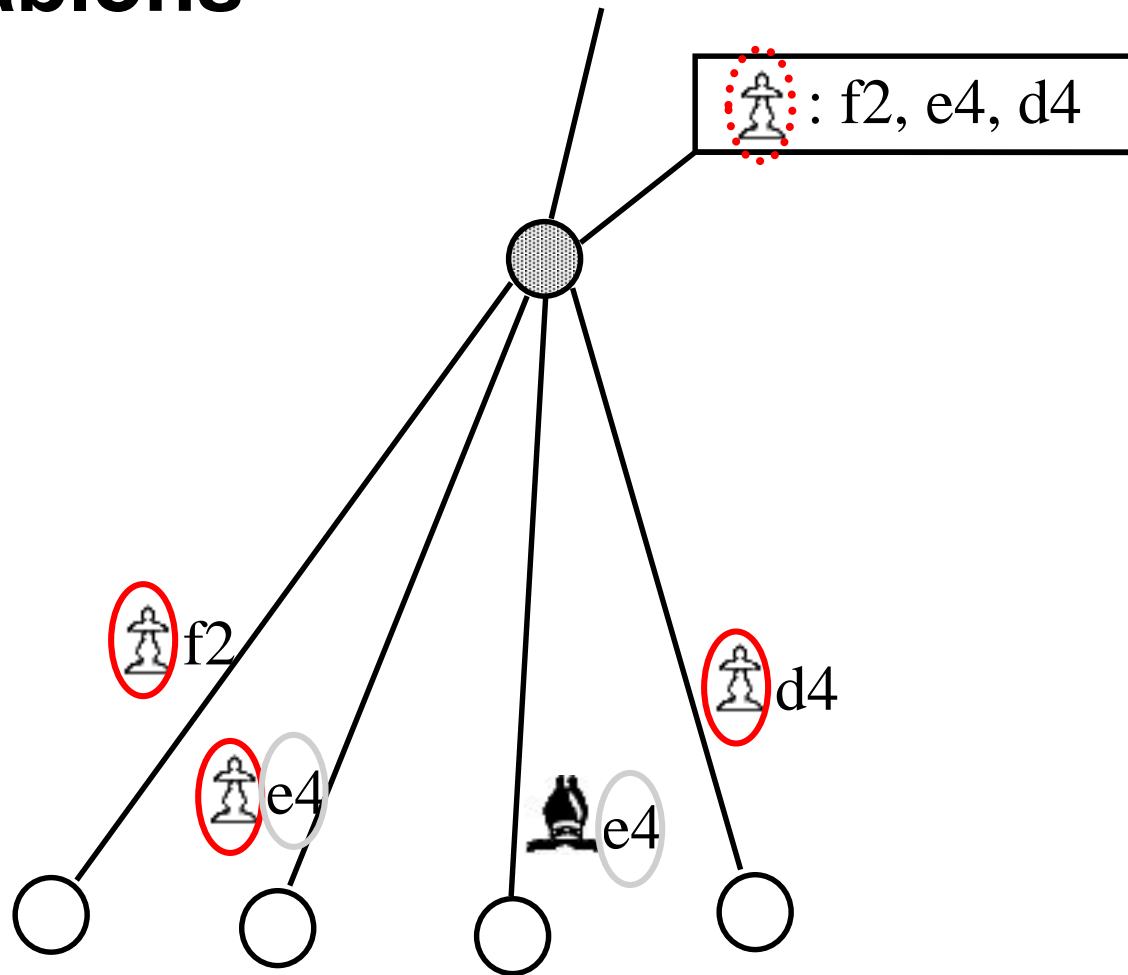
# Comment CHREST apprend: Création d'un réseau de discrimination



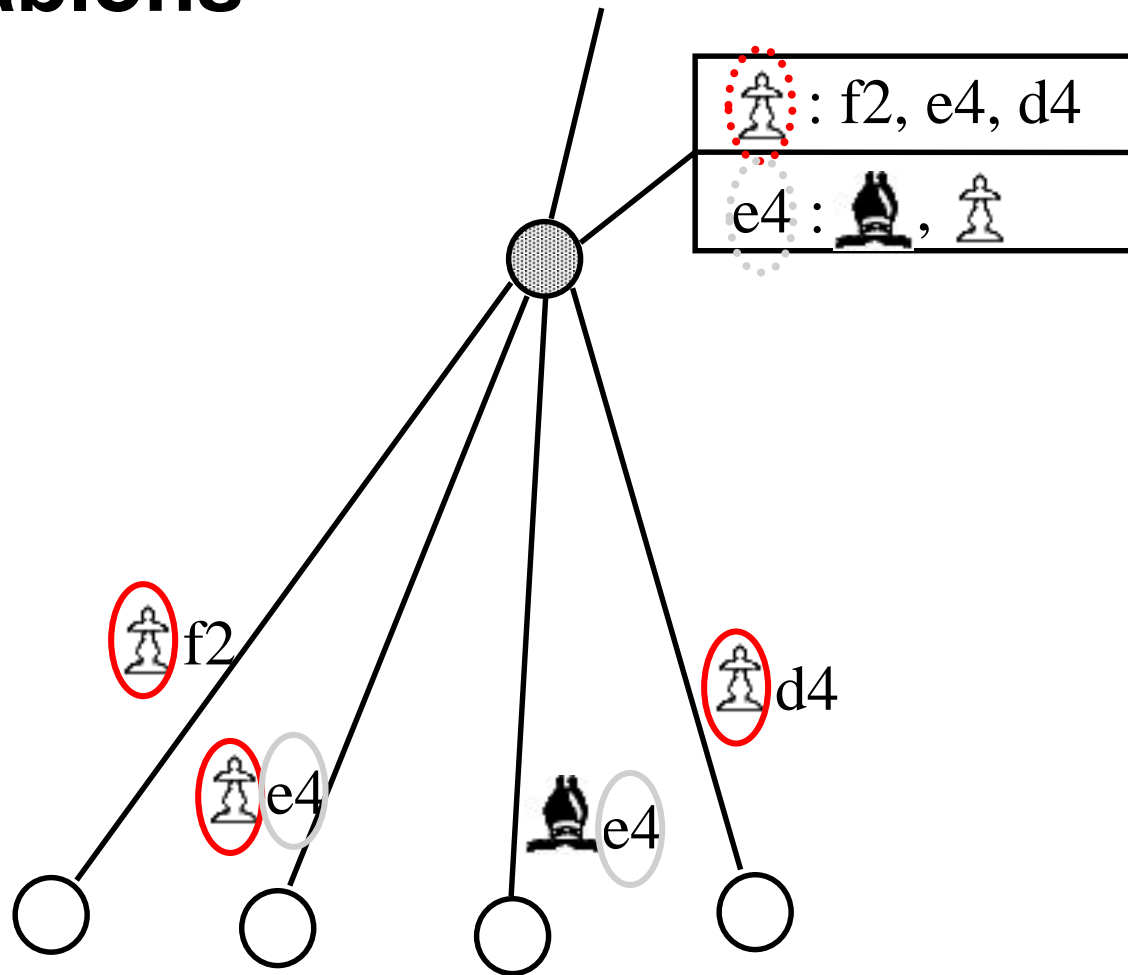
# Création de chablons



# Création de chablons



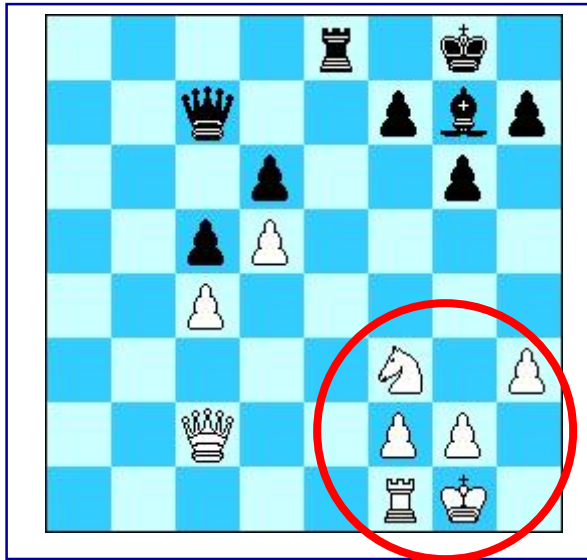
# Création de chablons



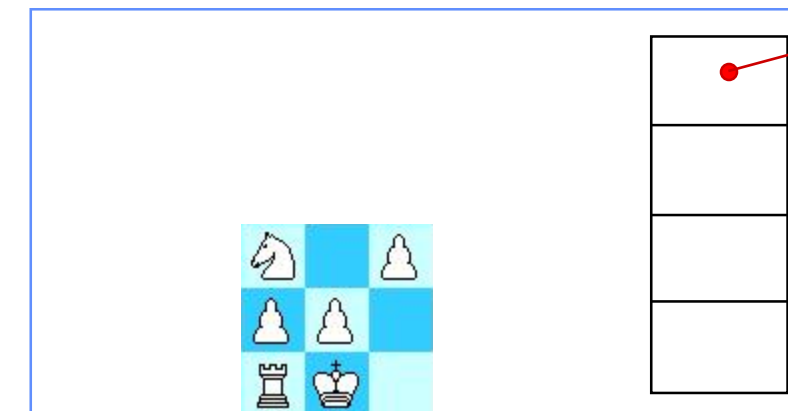
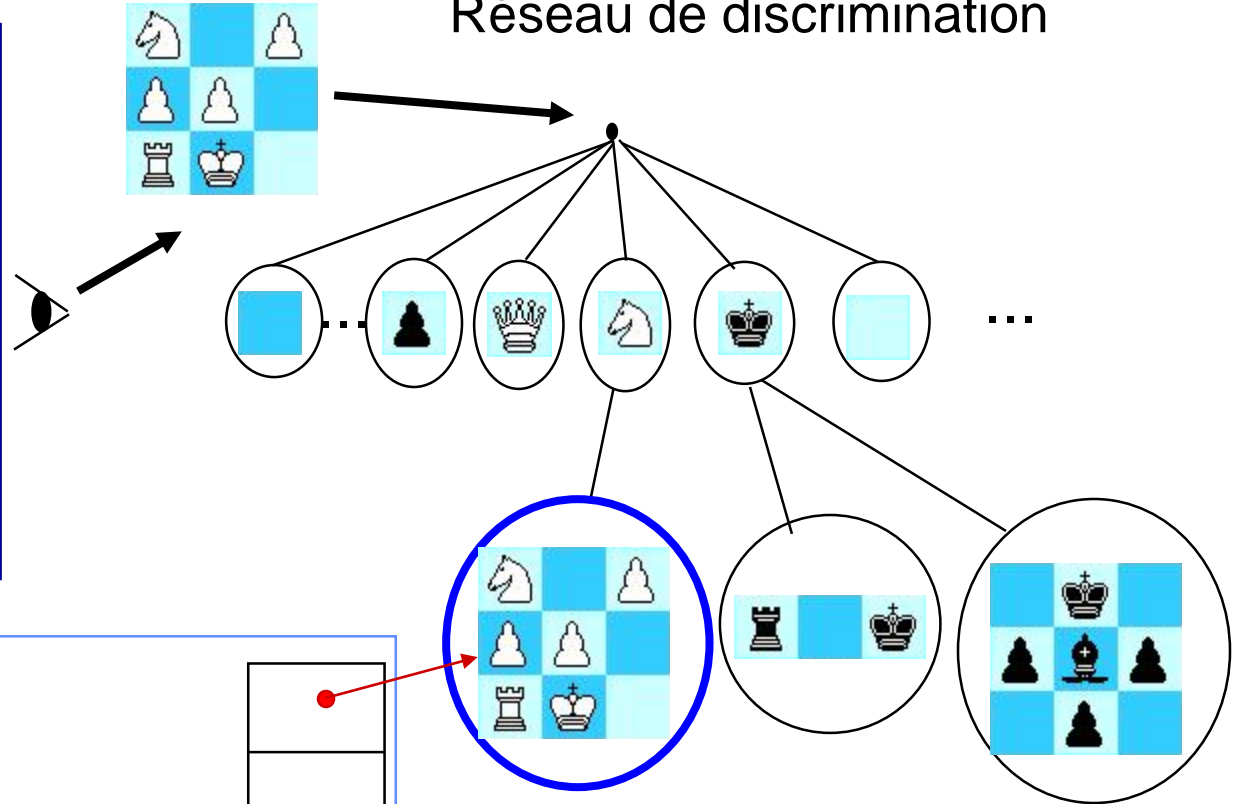
# Perception et mémoire aux échecs

- **Premier domaine d'application de CHREST**
- **Durant la phase d'apprentissage**
  - **Le programme acquiert des chunks et des chablon**s en parcourant une base de données
    - **environ 50,000 positions tirées de parties de maîtres**
  - **Des réseaux de tailles différentes sont créés**
  - **Permet des prédictions claires et quantitatives**

Scène externe



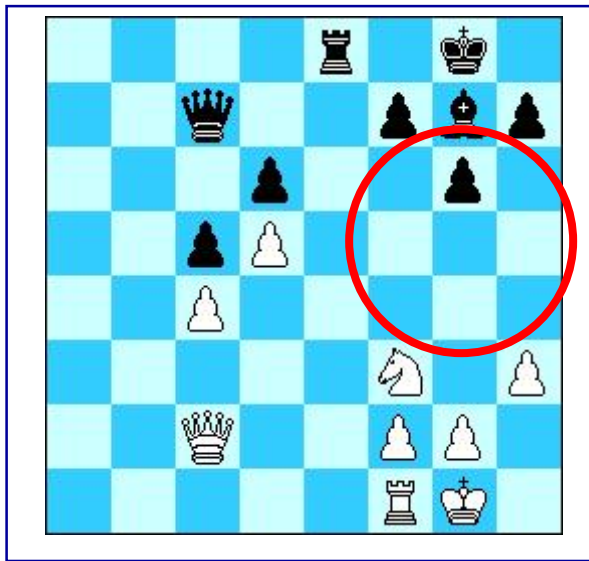
Mémoire à long-terme :  
Réseau de discrimination



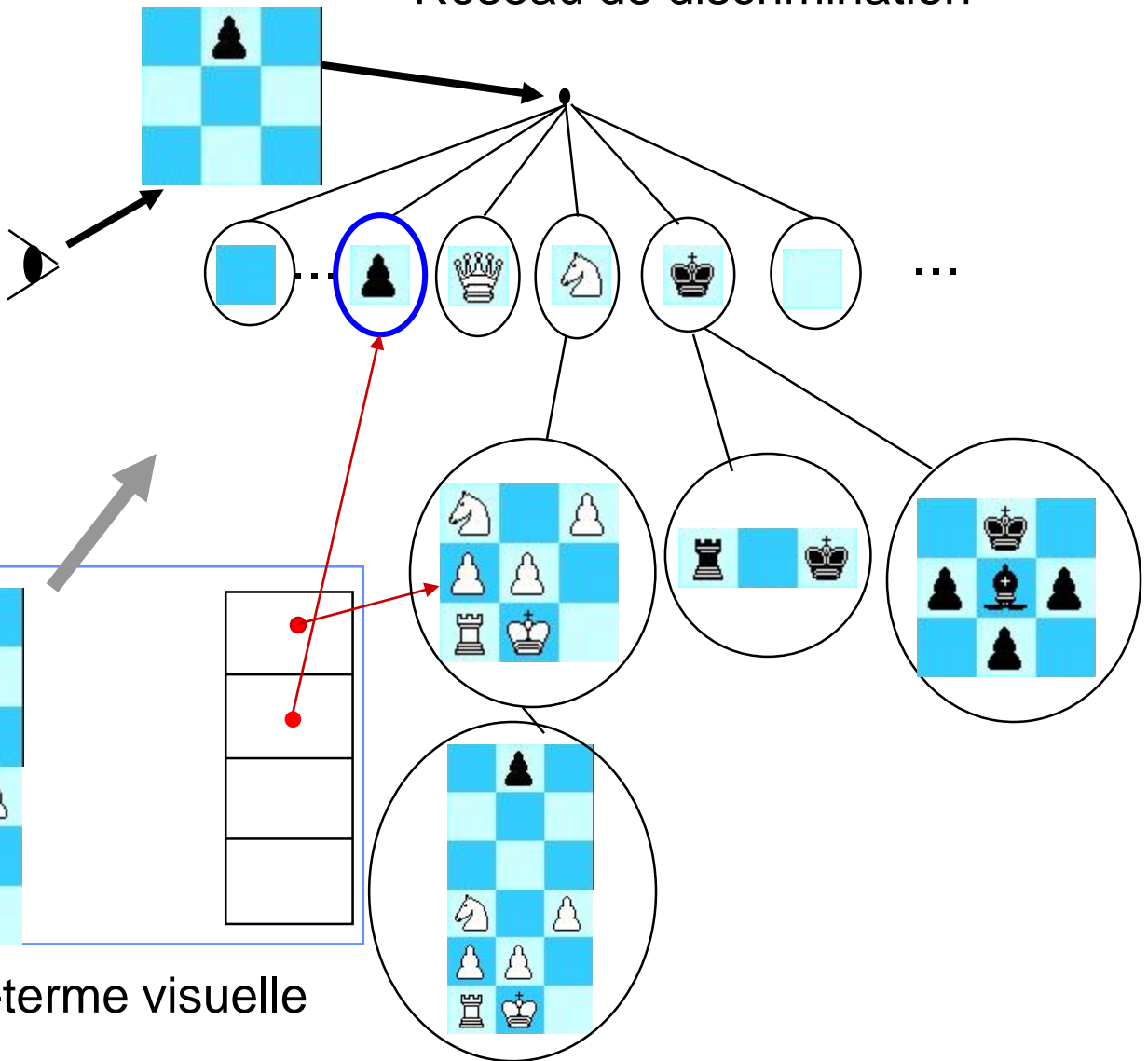
Mémoire à court-terme visuelle



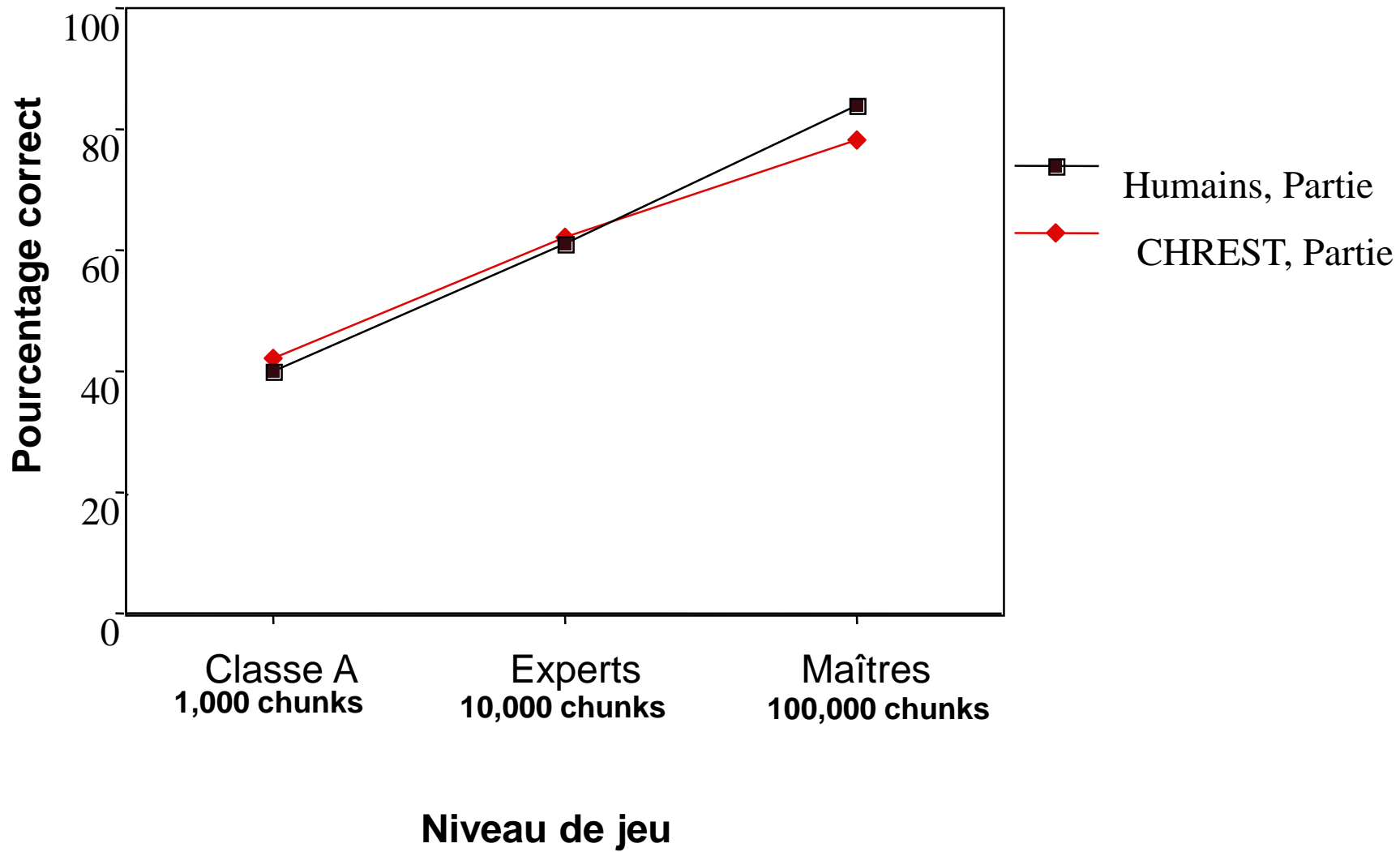
Scène externe



Mémoire à long-terme :  
Réseau de discrimination



Mémoire à court-terme visuelle



# Le monde des tuiles (Tileworld)

- Environnement pour la simulation multi-agent
  - Pollack et Ringuette (1990)
- Est constitué de cases vides, tuiles, (obstacles), trous et agents
- Le but des agents est de pousser les tuiles dans les trous

```

# # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # #
#   T   T           T           T           #
#   #           2 2           T #
#   #           2           #
#   # # 5           T           #
#   # # # 5 T           #
#   # # 5   T           a           T #
#   T           T           T T           #
#           # T # T   T           #
#   T           # # # #           #
#   #           # #           T           #
#   #   T   T   T           T           #
#   #           #           #           #
#   T           # # # # #           #
#   # # # # #           T T           #
#   #           T           T           T #
# # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # #
a = agent, # = obstacle, T = tile, < digits > = hole

```

# Caractéristique du monde des tuiles

- **Cet environnement est dynamique:**
  - Les tuiles et les trous ont une probabilité d'apparaître et disparaissent après une période donnée
- **Cet environnement est probabiliste**
- **Cet environnement est complexe:**
  - Une grille  $35 \times 35 \rightarrow 4 \times 10^{740}$  états possibles
- **Différents paramètres peuvent être manipulés**
  - Nombre d'agents
  - Probabilité d'apparition des tuiles et des trous
  - Durée de vie des tuiles et des trous

# Agents utilisés

- **Chaque agent est une instance de l'architecture CHREST**
- **Peut se déplacer d'une case horizontalement ou verticalement**
- **Peut pousser une tuile**
- **Emploie quelques heuristiques très simples**
- **Capable de planifier une séquence d'actions**
- **Chaque opération cognitive a un coût**
  - e.g. 8 s pour atteindre un chunk
- **Apprentissage en «temps réel»**

# Effets de la rationalité limitée dans le monde des tuiles

- 3 variables manipulées

1. Nombre d'agents : 2 4 8

2. Complexité de l'environnement

	Simple	Moyenne	Elevée
Prob. de création Des tuiles et trous	0.1	0.5	0.9
Durée de vie	80 s	40 s	20 s

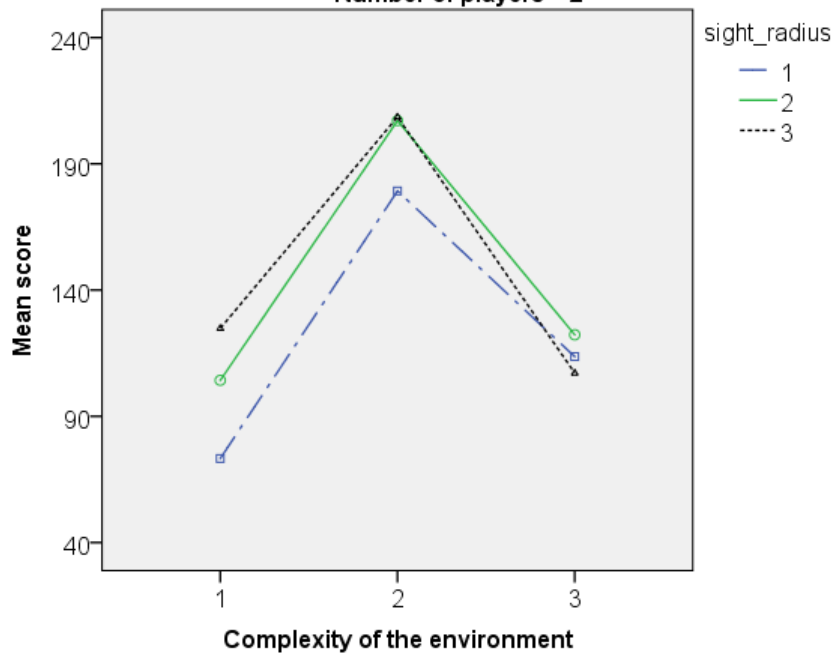
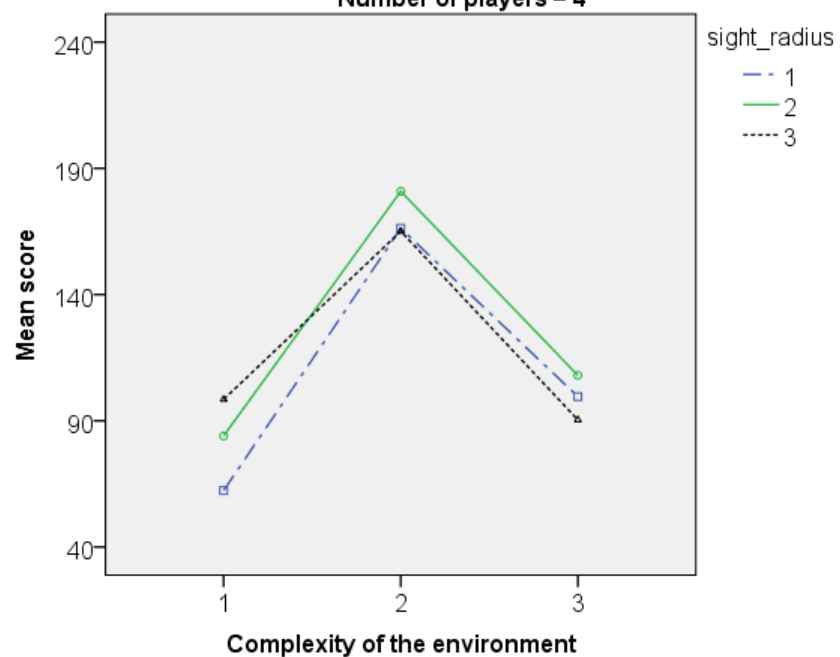
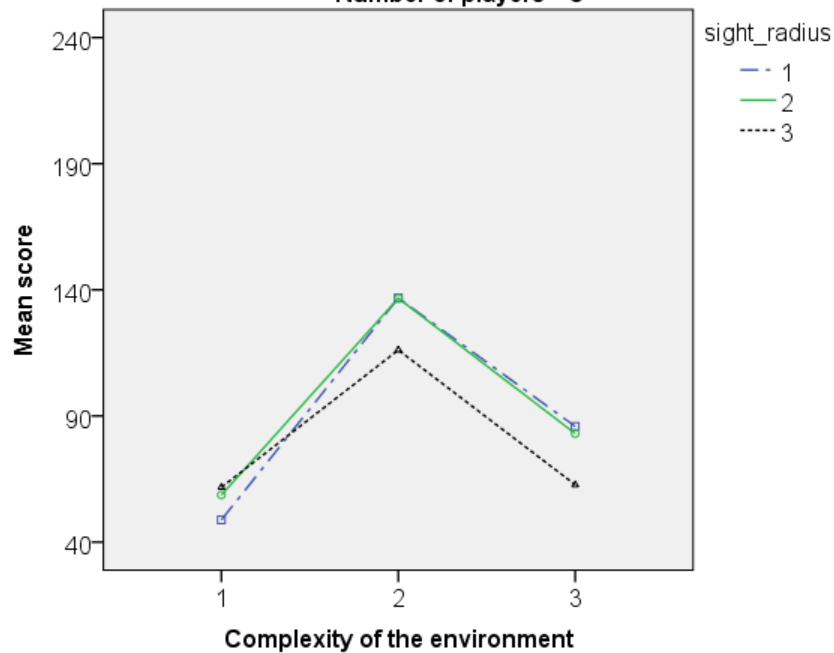
### **3. Rayon de vision**

- 1 case dans chaque direction**
- 2 cases dans chaque direction**
- 3 cases dans chaque direction**

# Simulations

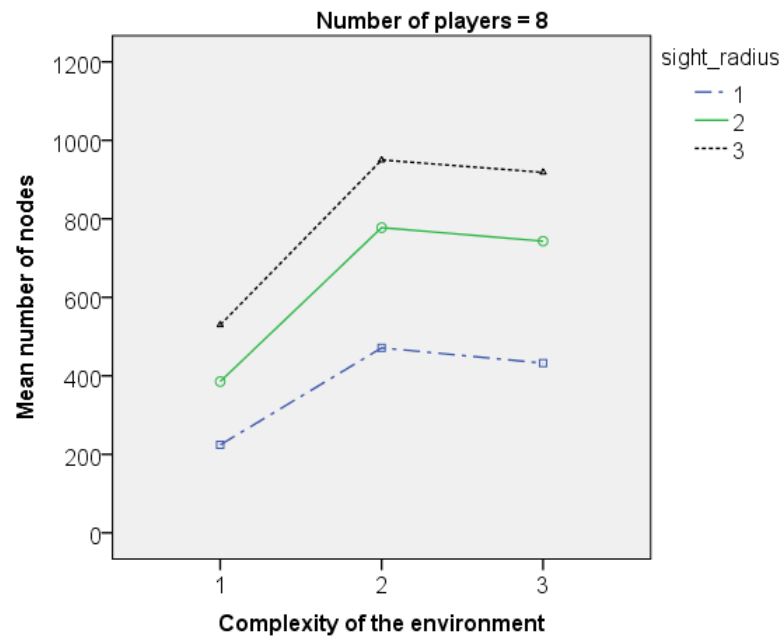
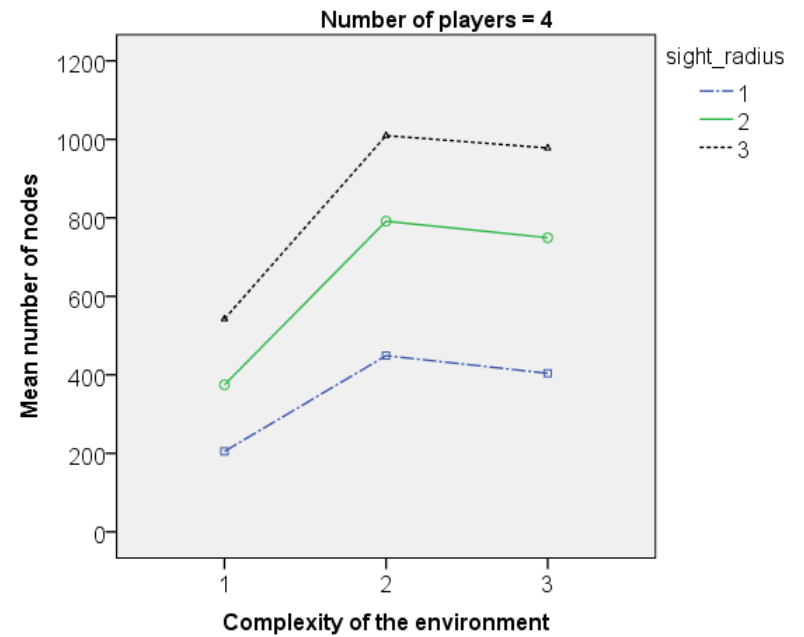
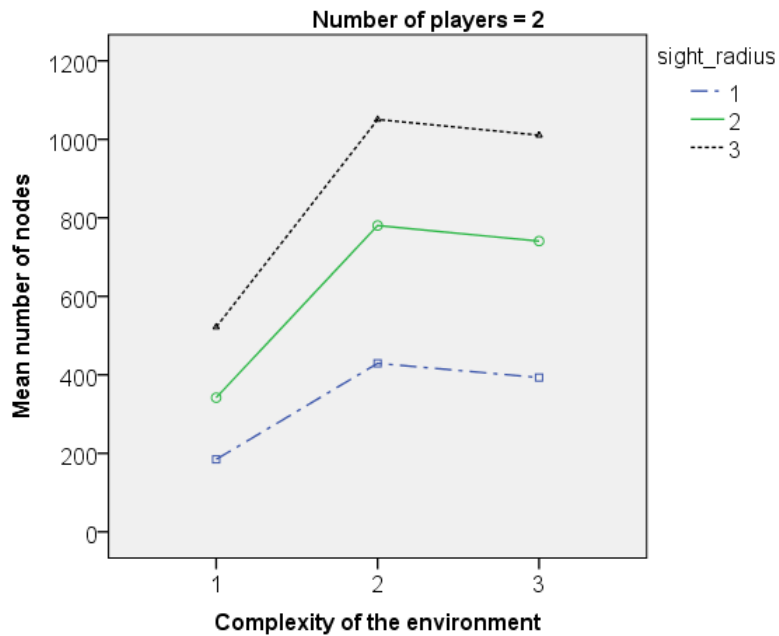
- **Plan expérimental : 3 × 3 × 3**
- **Chaque condition est répétée 10 fois**
- **Pour chaque condition, 14,400 secondes de «temps simulé»**
- **Variables dépendantes**
  - **Score**
  - **Nombre de chunks**



**Number of players = 2****Number of players = 4****Number of players = 8**

# Score : Effets principaux

- **Complexité de l'environnement a un effet non-linéaire (U inversé)**
- **Augmentation du nombre d'agents mène à une diminution de la performance**
- **Le rayon de vision interagit avec les deux autres variables**
  - Avec un bas niveau de complexité, le rayon de vision le plus bas obtient le meilleur score
  - Le pattern est inversé avec un haut niveau de complexité
  - Ce résultat est consistant avec l'idée de rationalité limitée



# **Nombre de chunks : Effets principaux**

- **Augmentation rapide du nombre de chunks entre un bas niveau et un niveau moyen de complexité ; léger déclin ensuite**
- **Augmentation du nombre de chunks avec une augmentation du rayon de vision**
- **Effet négligeable du nombre d'agents**

# Résumé et conclusions (I)

- **La rationalité est-elle limitée ou illimitée? Les points de vue divergent en psychologie**
- **L'apprentissage atténue les effets négatifs de la rationalité limitée**
- **CHREST est une architecture cognitive basée sur le mécanisme de chunking**
  - **Simulations dans de nombreux domaines**
  - **Peut être employé pour effectuer des simulations multi-agents**
- **Le monde des tuiles offre un environnement dynamique, probabiliste et complexe**

# Résumé et conclusions (II)

- **Les simulations ont permis d'étudier le lien entre la rationalité limitée et la complexité de l'environnement**
- **Trop de complexité mène à des performances inférieures**
- **Limiter le rayon de vision avec un environnement complexe**
  - Augmente la performance
  - Ralentit l'apprentissage
- **En général, les liens sont complexes et non-linéaires entre complexité et rationalité limitée**

# Remerciements

- **Dr Martyn Lloyd-Kelly (University of Liverpool)**
- **Dr Peter Lane (University of Hertfordshire)**