Analyse et implémentation d'un modèle de conscience artificielle

Travail d'Étude et de Recherche

Master Informatique 1ère année (GMIN20B)

William Dyce Thibaut Marmin
Namrata Patel Clément Sipieter

Université Montpellier 2
Encadré par Violaine Prince et Guillaume Tisserant

7 mai 2012

Analyse et implémentation d'un modèle de conscience artificielle

Analyse et implémentation d'un modèle de conscience artificielle

Rappel historique

Deep Blue

Deep Blue

- Programme d'échecs développé par IBM.
- Victoire contre Garry Kasparov en 1997.
- Première défaite d'un grand maître sous contraintes normales de temps.

Rappel historique

Deep Blue

Deep Blue

- Programme d'échecs développé par IBM.
- Victoire contre Garry Kasparov en 1997.
- Première défaite d'un grand maître sous contraintes normales de temps.

Robert Levinson

- « *But doesn't know that it's playing chess.* »
- Est-ce donc vraiment de l'intelligence ?

Rappel historique

Théorie des Jeux

Théorème du Minimax

- Élaboré par John Von Neumann en 1928.
- Stratégie optimale pour jeux compétitives tels les échecs.

Rappel historique

Théorie des Jeux

Théorème du Minimax

- Élaboré par John Von Neumann en 1928.
- Stratégie optimale pour jeux compétitives tels les échecs.

Équilibre de Nash

- Définit par John Forbes Nash en 1950.
- Fondation de la Théorie des Jeux.

Rappel historique

Théorie des Jeux

Théorème du Minimax

- Élaboré par John Von Neumann en 1928.
- Stratégie optimale pour jeux compétitives tels les échecs.

Équilibre de Nash

- Définit par John Forbes Nash en 1950.
- Fondation de la Théorie des Jeux.

Élagage Alpha-beta

- Conçu par John McCarthy en 1958.
- Amélioration du Minimax.

Rappel historique

Limites

Domaine d'application

- Jeux compétitifs à somme nulle.
- Durée et nombre d'options finis.

Rappel historique

Limites

Domaine d'application

- Jeux compétitifs à somme nulle.
- Durée et nombre d'options finis.

Temps de calcul

- Complexité moyenne $O(b^{\frac{d}{2}})$ avec élagage.
  - d : profondeur de l'arbre de décision.
  - b : facteur de branchement.
- Utilisation d'heuristiques, donc perte d'optimalité.

Projet de recherche

Une approche alternative

- Apprentissage
- Reconnaissance de formes (concepts) ?
- Classification
- polyvalence du système ? ? ?

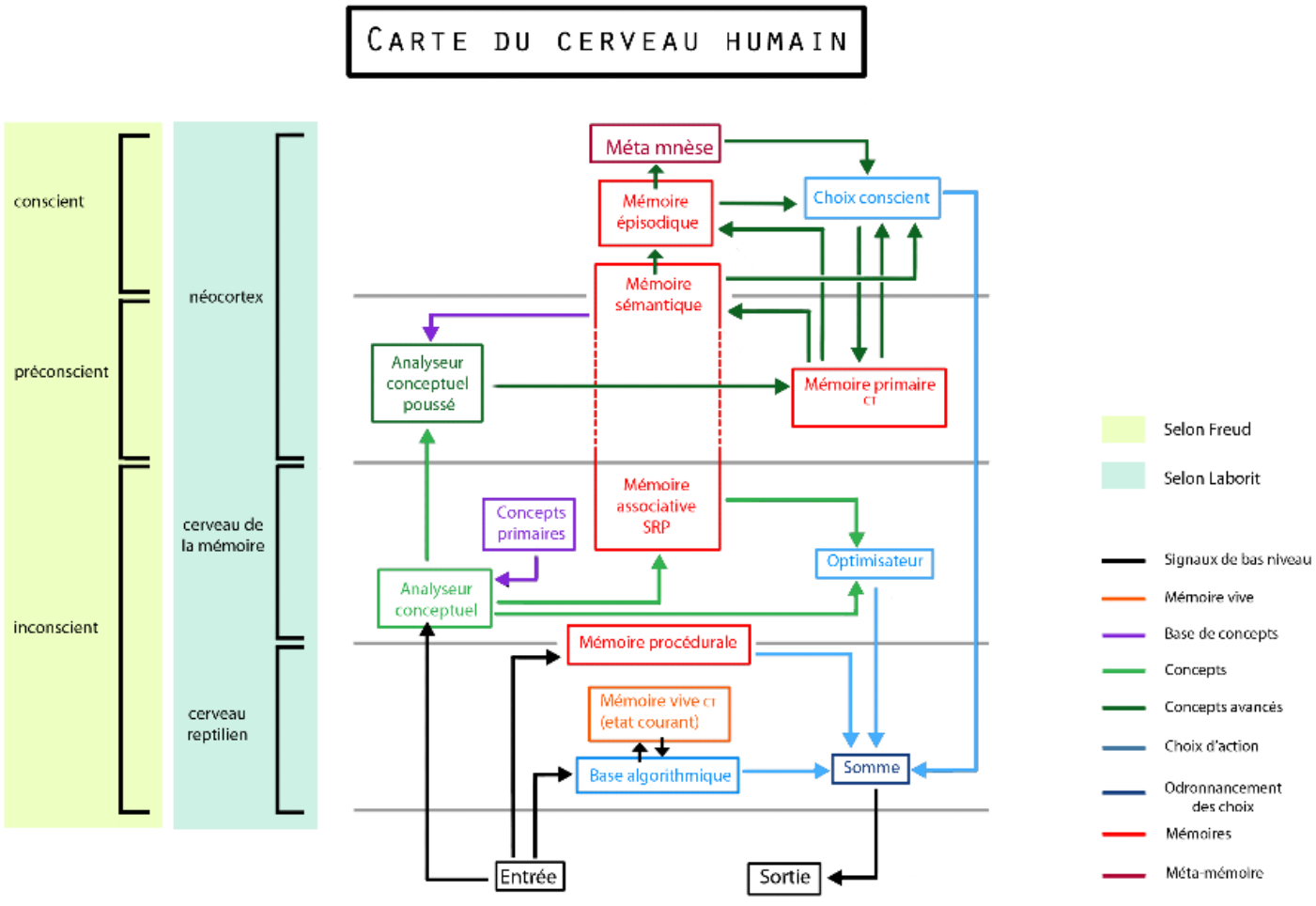
Un modèle de conscience artificielle

Origine du modèle

- ≪ Conscience artificielle ≫ par Guillaume Tisserant, Guillaume Maurin, Ndongo Wade et Anthony Willemot (Projet du module 'Cognition' en M2, 2010)
- Modèle de représentation de la Conscience proposé dans le Chapitre 4.

Un modèle de conscience artificielle

Version simplifiée du modèle



Analyse et implémentation d'un modèle de conscience artificielle

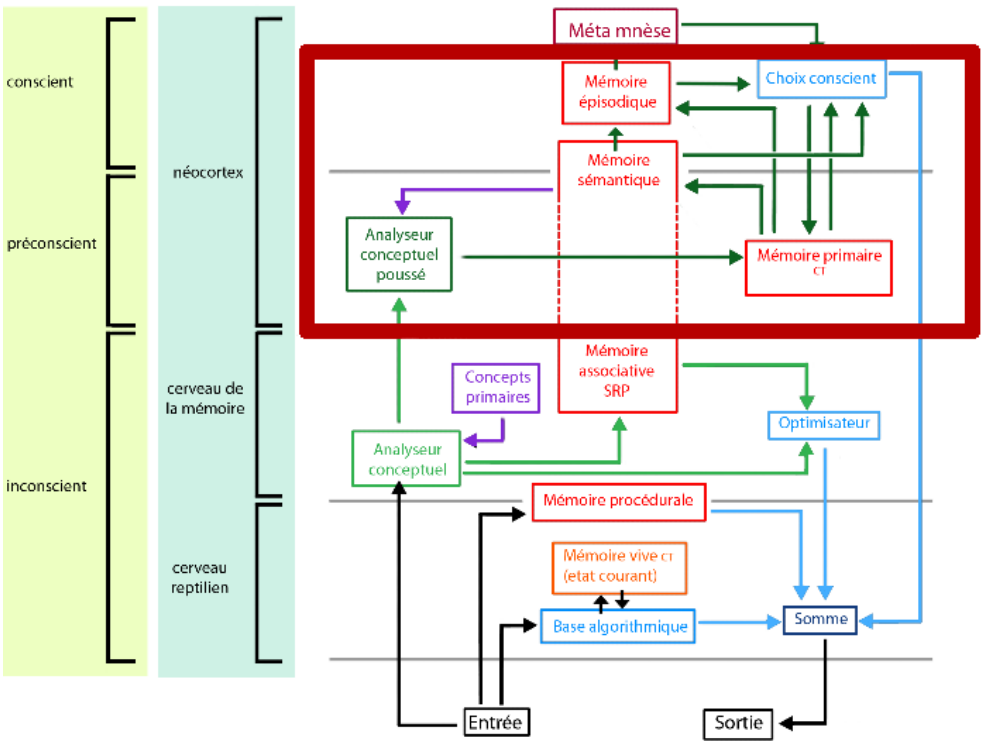
Contraintes de réalisation

Temporelle , d'effectifs et de compétences

- Temps : travail à réaliser en trois mois
- Effectif : quatre membres dans l'équipe
- Compétences :
  - Compétences requises à la **fin** du semestre
    = Compétences nécessaires pour la réalisation du projet

Restrictions appliquées au modèle

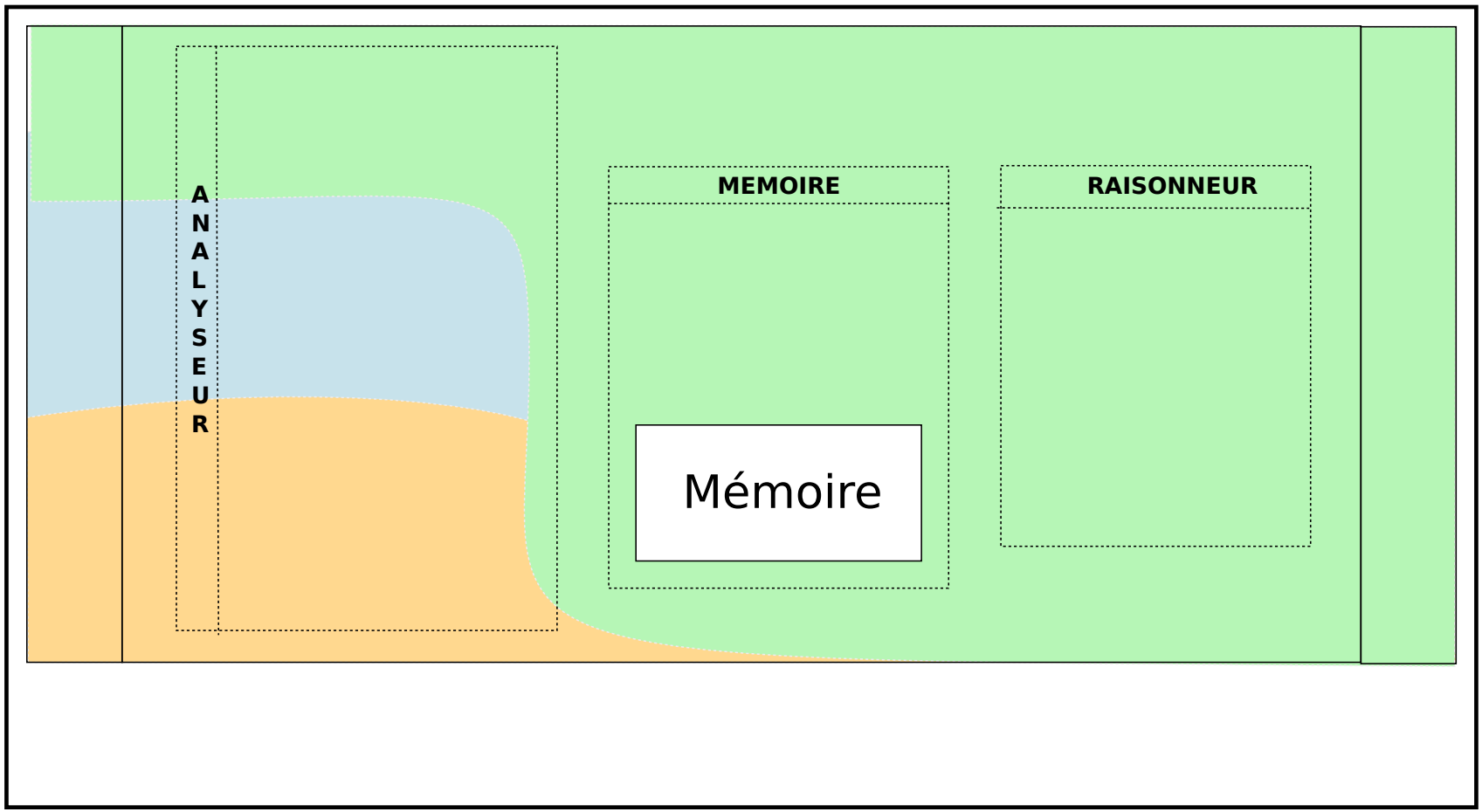
Environnement , fonctionnement



- **Environnement :** Limitation à un type précis de jeu
- **Fonctionnement :** Retrait et simulation des parties
  - Retrait de la métamnèse
  - Simulation de la partie inconsciente

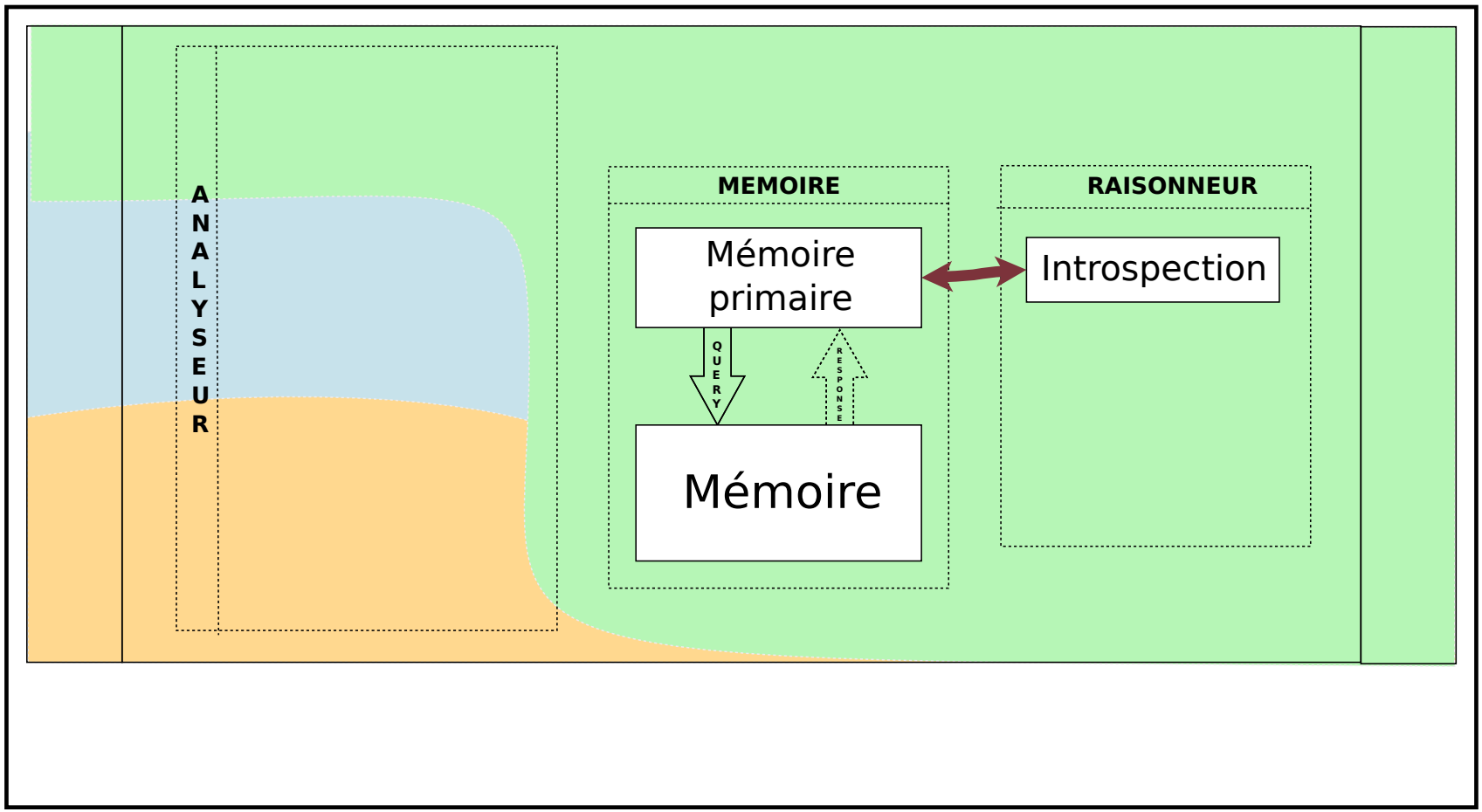
Vision globale du modèle opérationnel

Séquence



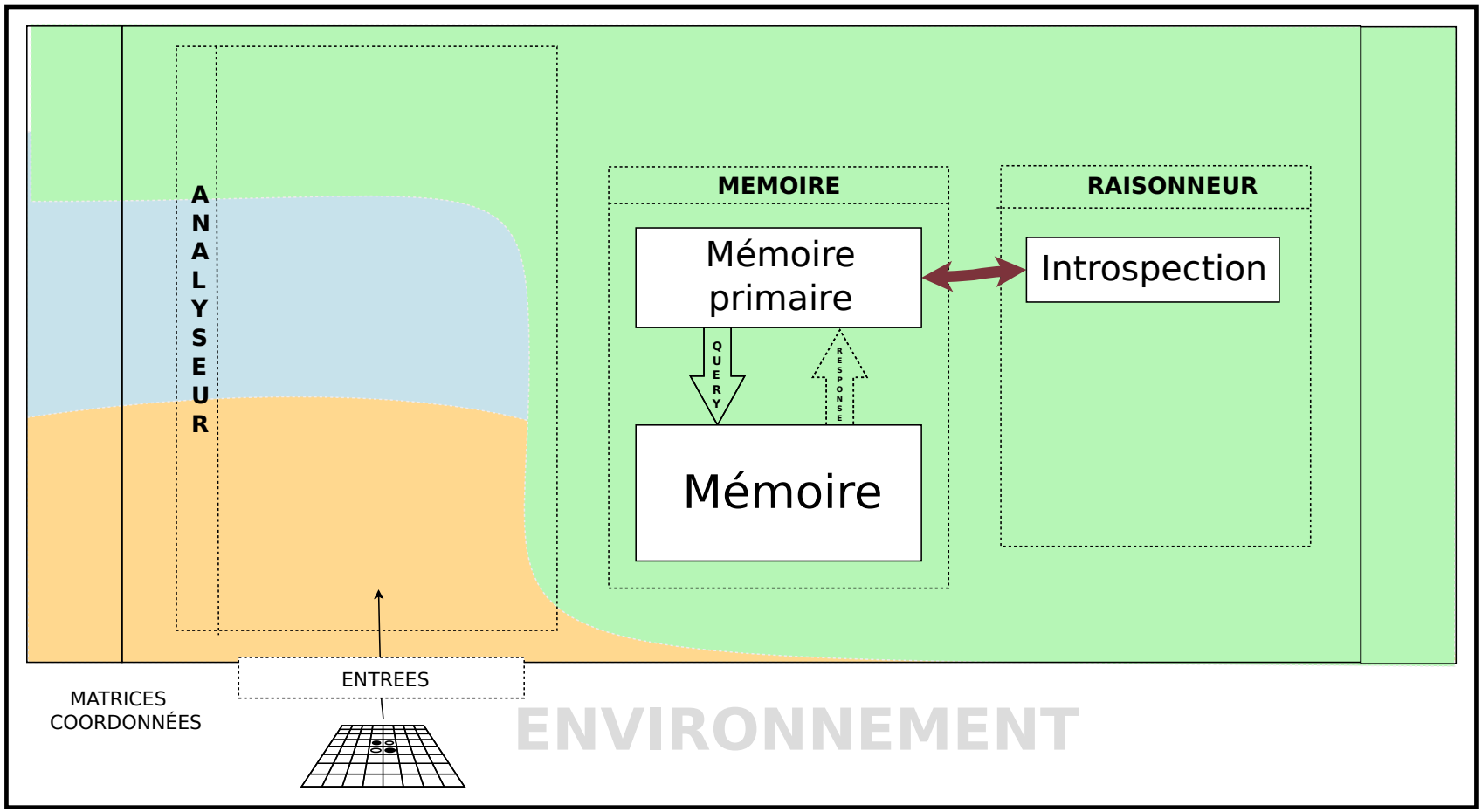
Vision globale du modèle opérationnel

Séquence



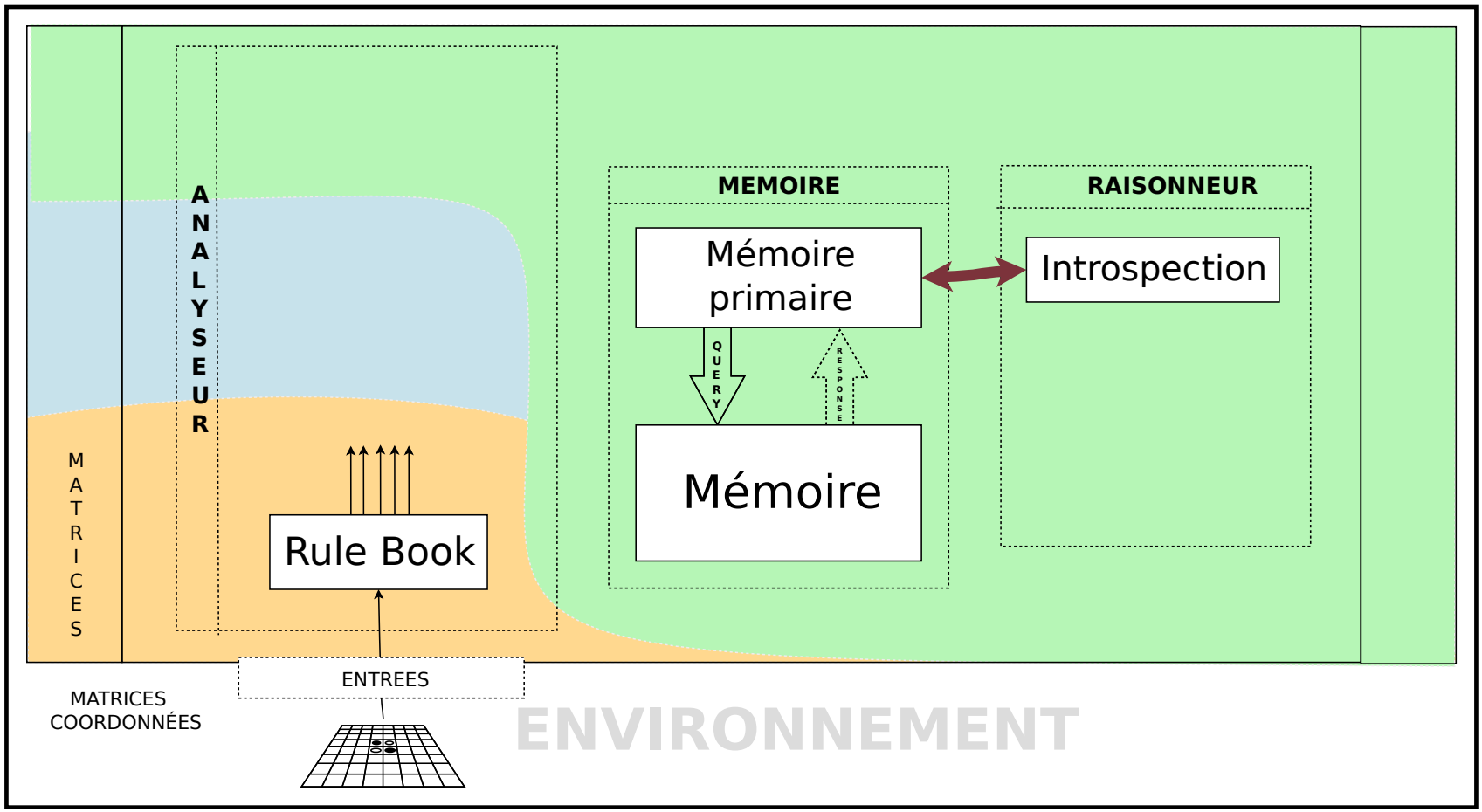
Vision globale du modèle opérationnel

Séquence



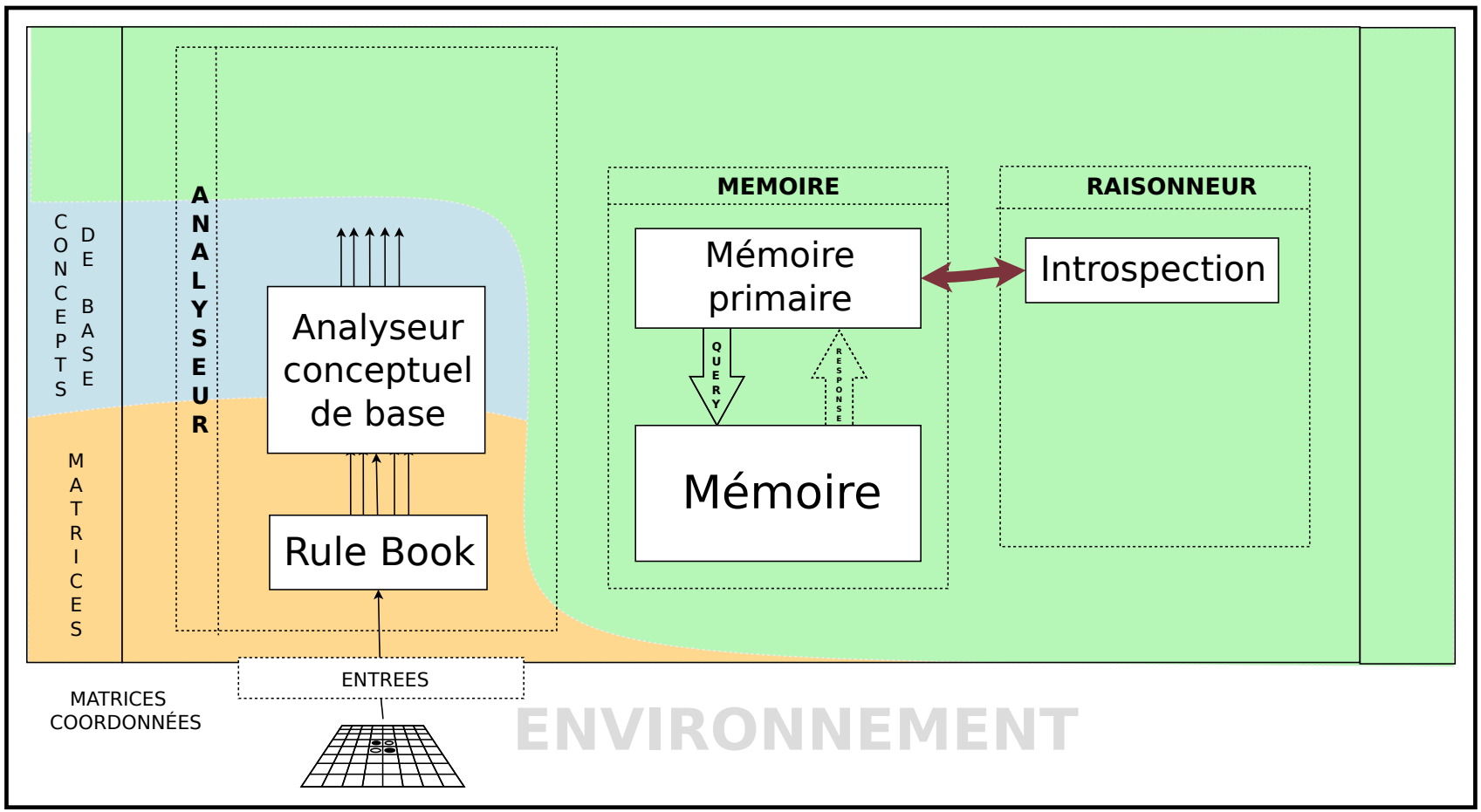
Vision globale du modèle opérationnel

Séquence



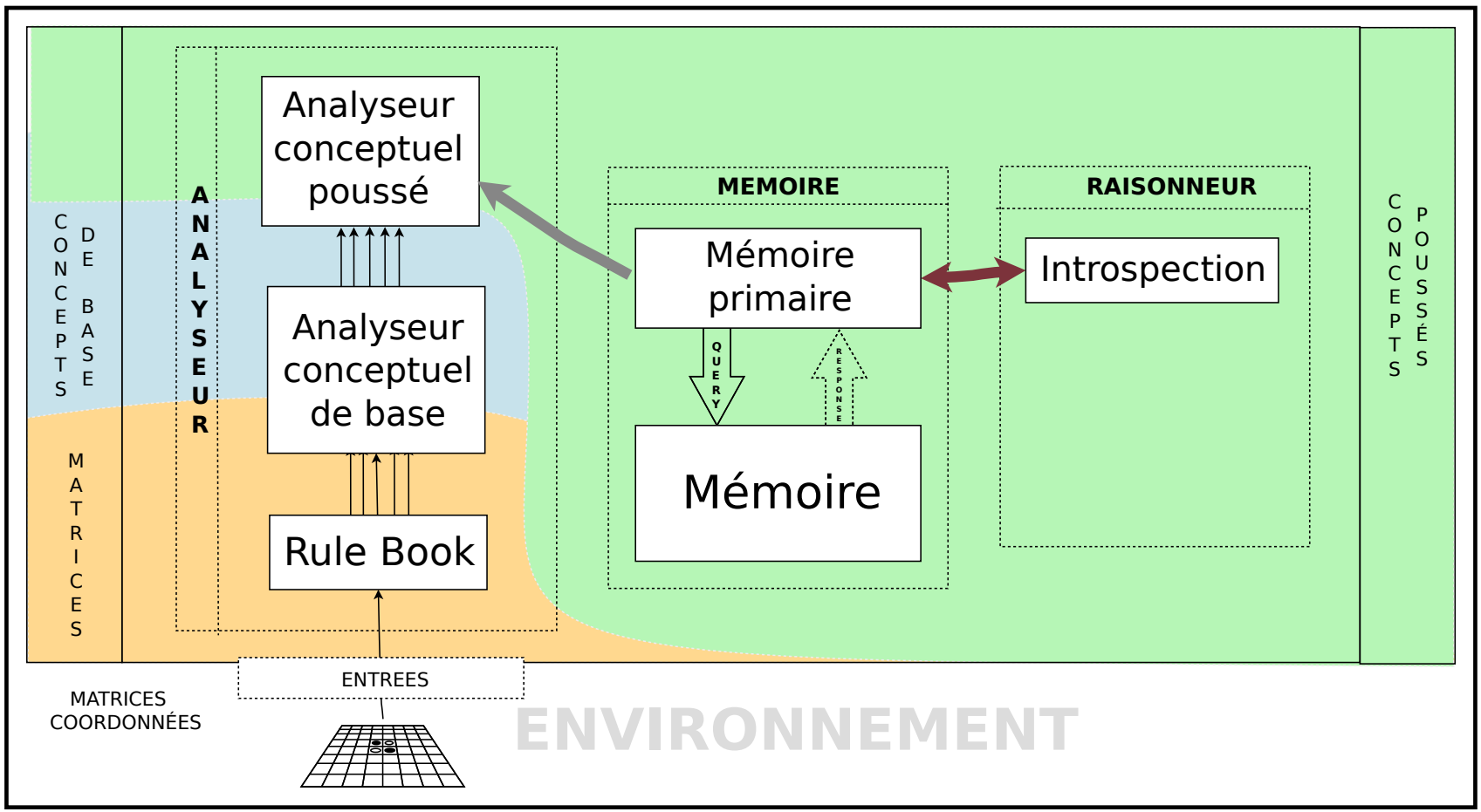
Vision globale du modèle opérationnel

Séquence



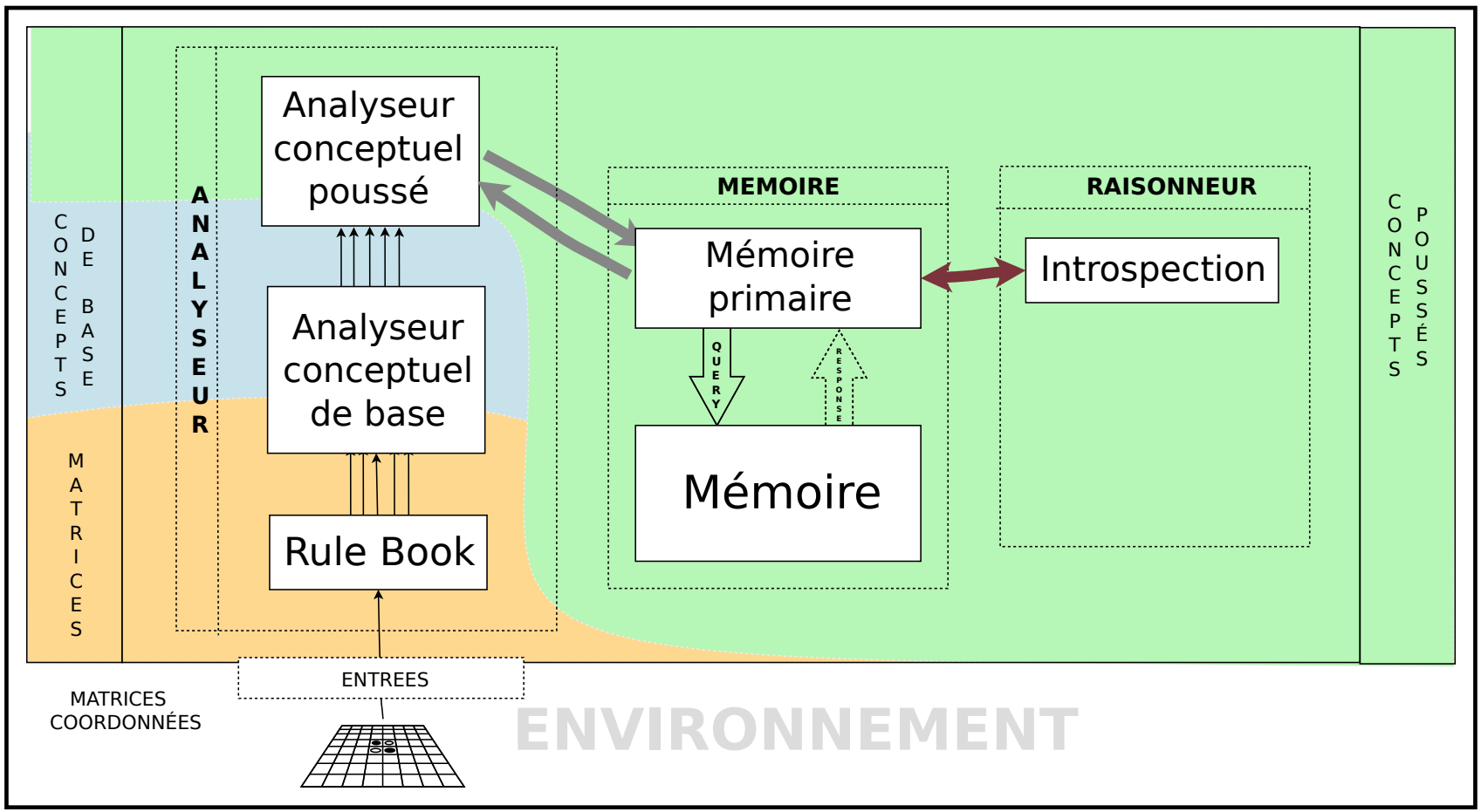
Vision globale du modèle opérationnel

Séquence



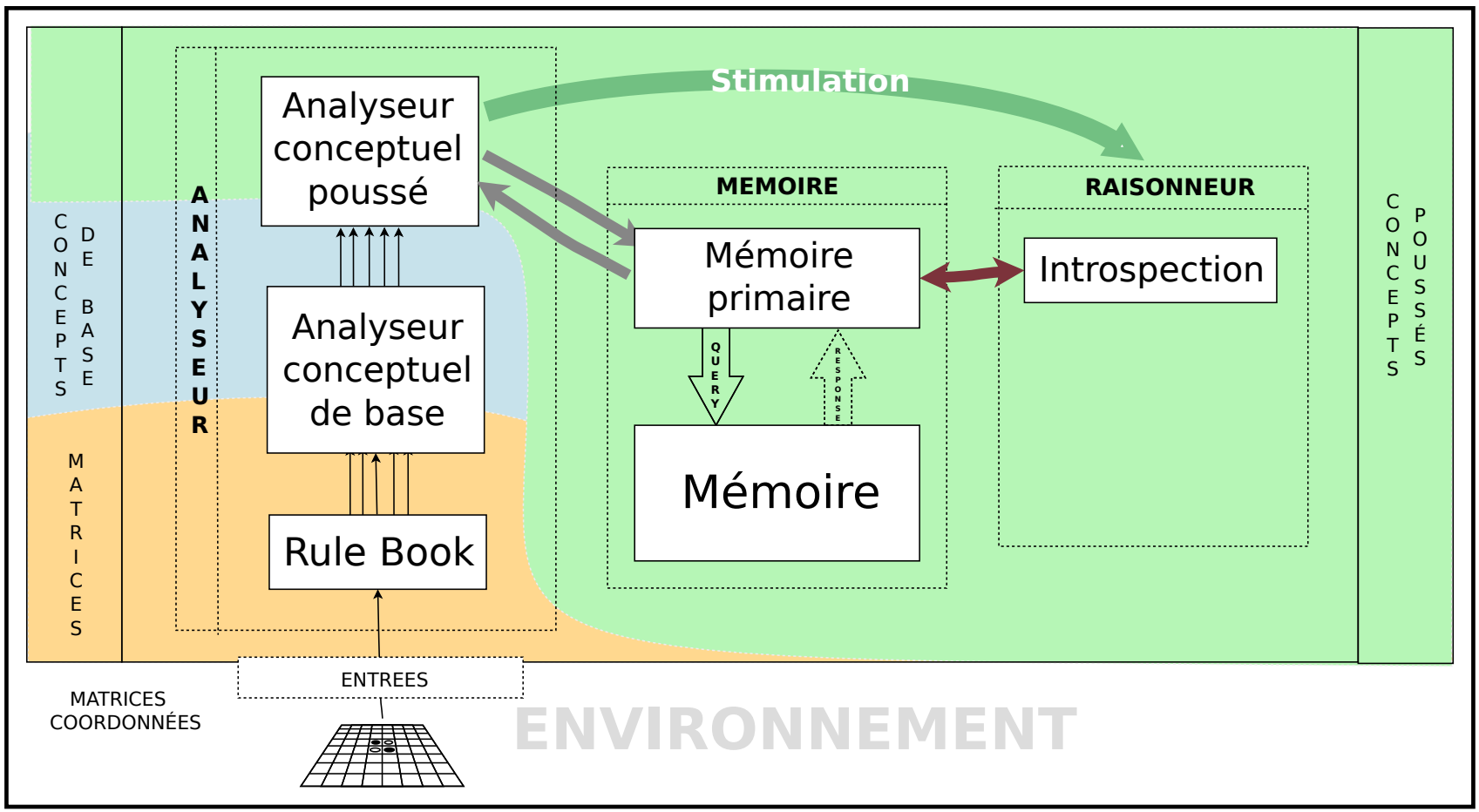
Vision globale du modèle opérationnel

Séquence



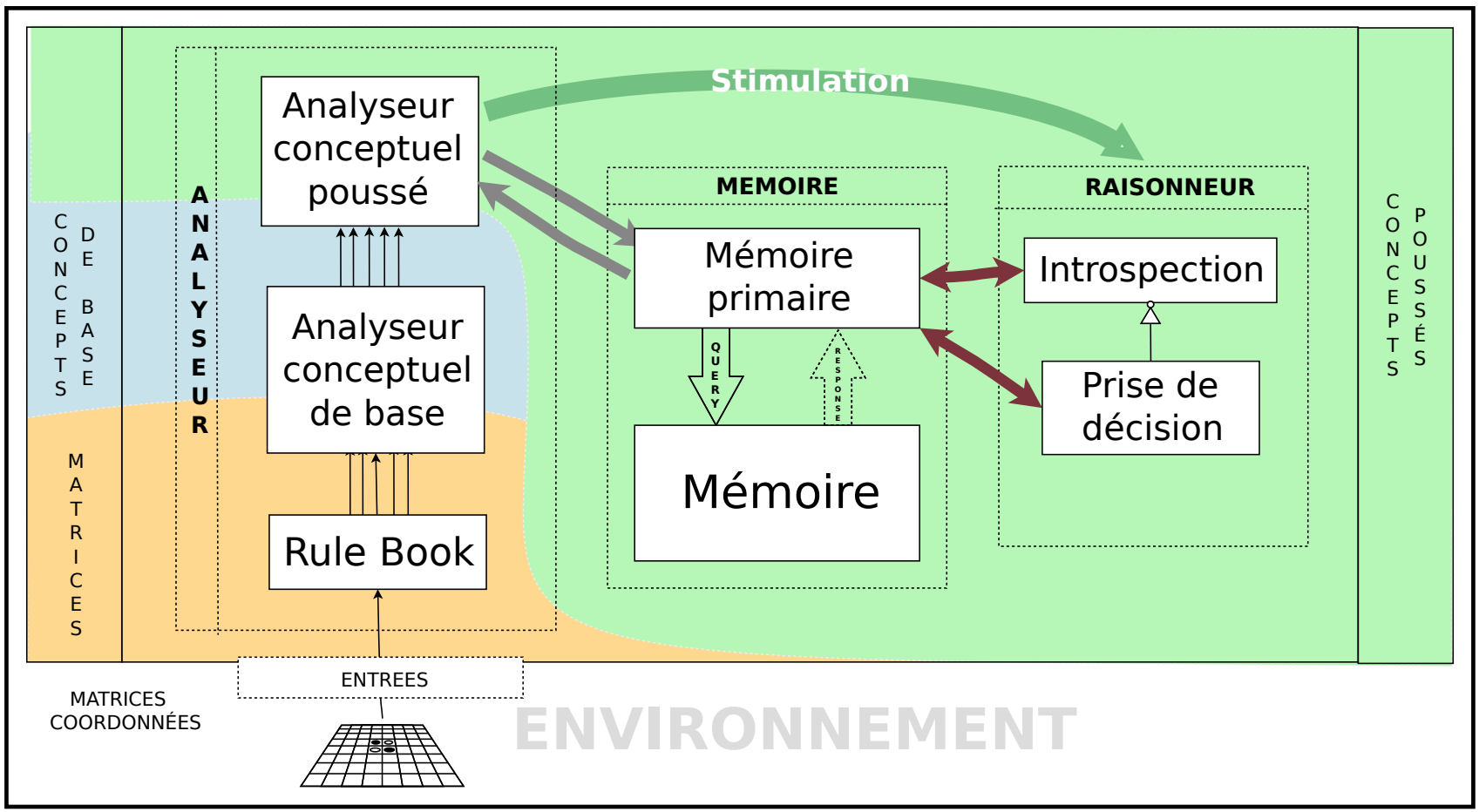
Vision globale du modèle opérationnel

Séquence



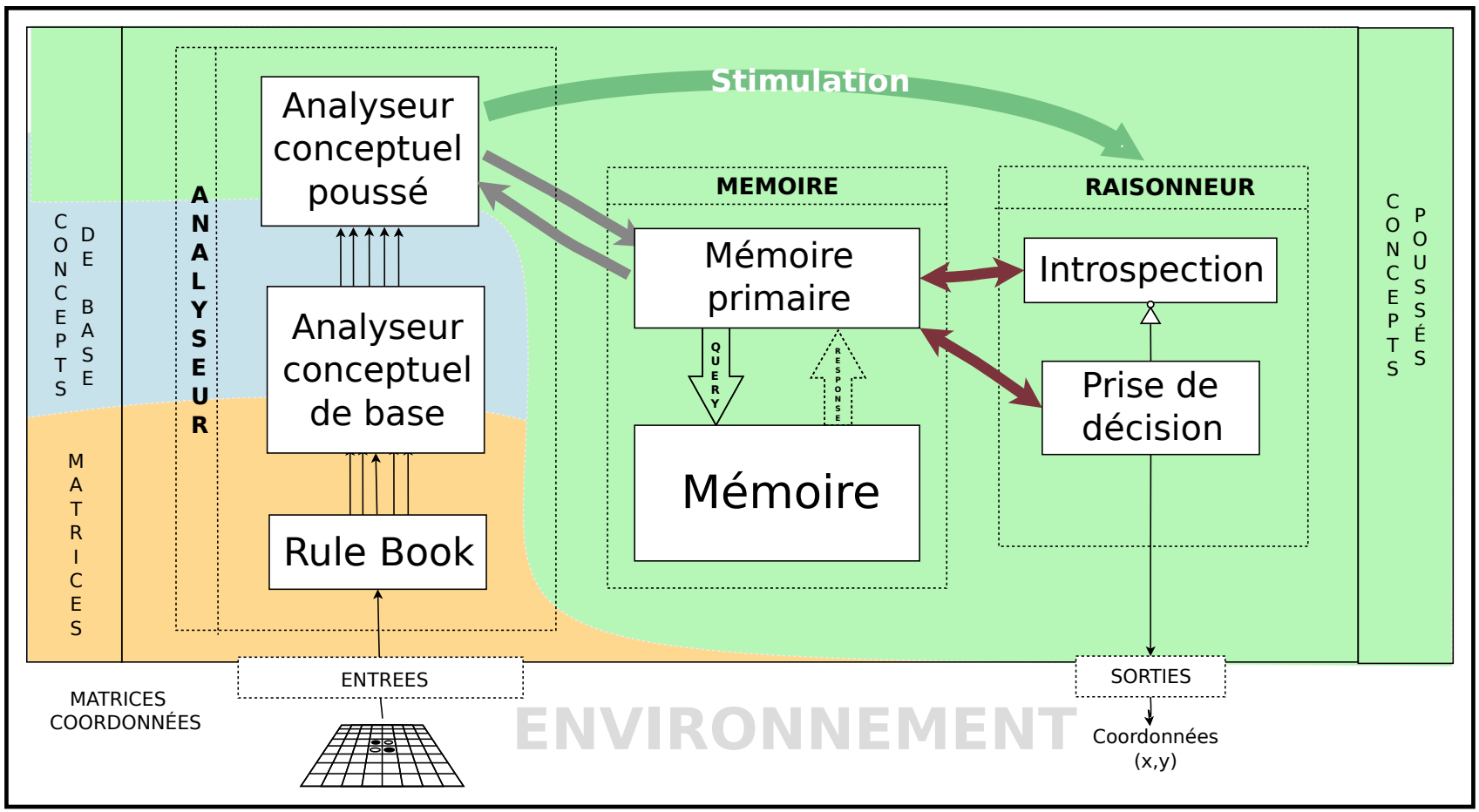
Vision globale du modèle opérationnel

Séquence



Vision globale du modèle opérationnel

Séquence



Analyse et implémentation d'un modèle de conscience artificielle

Environnement & Simulation

Webservice `game_service`

Environnement "arbitre" du jeux (séparation des agents de l'environnement)

Representational State Transfer (REST)

- Technologie Java Servlet.
  - Requêtes par HTTP.
  - Réponses en XML.
- Technologie HTML 5.
  - Asynchronous Javascript & XML (AJAX).
  - Bibliothèque jQuery.

Environnement & Simulation

Bibliothèque `game_logic`

Classe `BoardMatrix`

Plateau sous forme matricielle avec accesseurs adaptés.

Environnement & Simulation

Bibliothèque `game_logic`

Classe `BoardMatrix`

Plateau sous forme matricielle avec accesseurs adaptés.

Classe abstraite `Rules`

- Forme du plateau ? Configuration initiale ?
- Qui joue en premier ?
- Quand a-t-on gagné ? Perdu ? Un match nul ?
- Quelles sont les coups possibles ?

Environnement & Simulation

Bibliothèque `game_logic`

Classe `BoardMatrix`

Plateau sous forme matricielle avec accesseurs adaptés.

Classe abstraite `Rules`

- Forme du plateau ? Configuration initiale ?
- Qui joue en premier ?
- Quand a-t-on gagné ? Perdu ? Un match nul ?
- Quelles sont les coups possibles ?

Classe `Game`

Associe un `Rules`, un `BoardMatrix`, un état, un joueur courant...

Environnement & Simulation

Client Humain

- JQuery
- AJAX polling

Environnement & Simulation

Client machine frontière

Analyseur conceptuel

Généralités

- Représente les connaissances tirées de l'environnement
- Analyse ces connaissances afin d'en tirer des nouvelles

Analyseur conceptuel

Analyse détaillée

- Représentation des connaissances : **vocabulaire**
  - Graphes conceptuels de base ou
  - Formules de logique du premier ordre
- Analyse des connaissances : **méchanisme**
  - Interrogation avec la mémoire
  - Recherche d'homomorphismes

Analyseur conceptuel

Implémentation : Rôles du module

- Convertisseur :
  - Rend les données de l'environnement « lisibles » par l'IA
- Moteur d'inférence :
  - Applique les règles générés par l'IA afin d'en sortir des nouveaux concepts

Analyseur conceptuel

Implémentation : Classes principales

- **Choices (environnement)** : représente un plateau courant, un coup et l'ensemble des plateaux résultants de ce coup
- **BoardMatrix(environnement)** : représente un plateau en forme d'une matrice
- **Choices_FOL (IA)** : version logique du premier ordre de Choices (même structure, attributs décrits par des formules logiques)
- **CompleteBoardState (IA)** : version logique du premier ordre de BoardMatrix (classe qui décrit la configuration d'un plateau complet comme une liste de faits logiques)
- **RelevantPartialBoardState (IA)** : classe qui décrit la configuration d'une sous-partie pertinante d'un plateau comme une règle logique

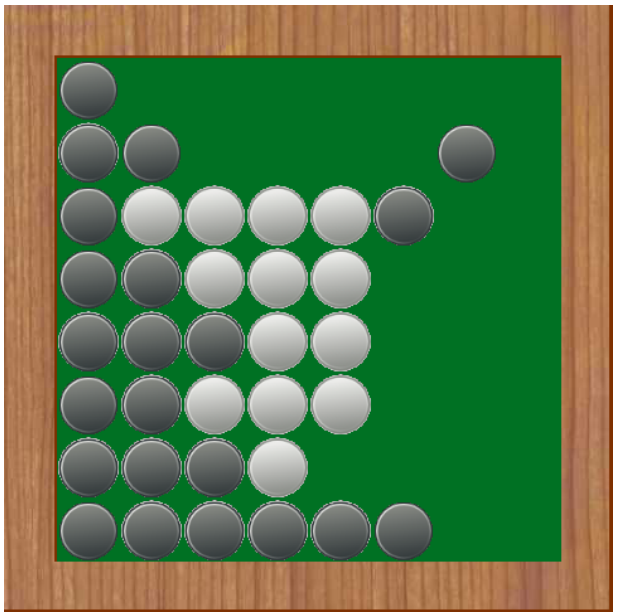
Analyseur conceptuel

Implémentation détaillée

- **Convertisseur** :
  - Entrée (de l'environnement) : instance de « Choices »
  - Algorithme qui transforme un « BoardMatrix » en un « CompleteBoardState »
  - Sortie : instance de « Choices_FOL »
- **Moteur d'inférence** :
  - Entrée (de la mémoire) : instance de « RelevantPartialBoardState »
  - Algorithme de saturation de la base de faits des « CompleteBoardState » par la règle d'entrée
  - Ajout d'une liste de « RelevantPartialBoardState » présents dans chaque « CompleteBoardState » du pacquet « Choices_FOL »
  - Sortie (passée à la mémoire) : instance de « Choices_FOL »

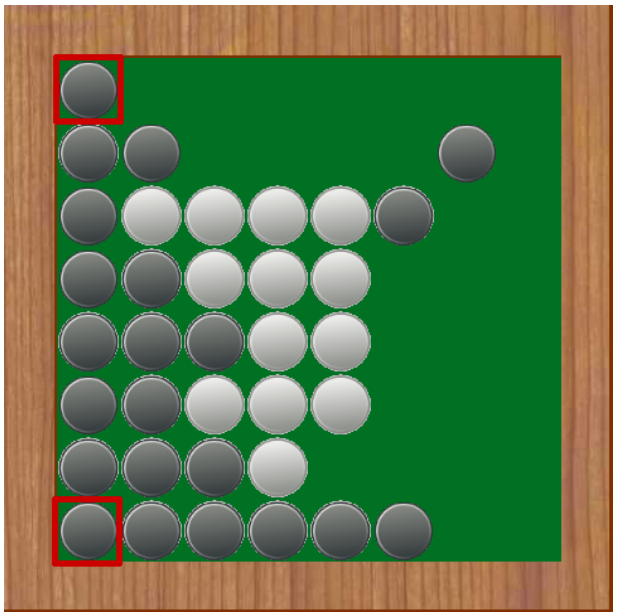
Raisonneur

Moteur de choix



Raisonneur

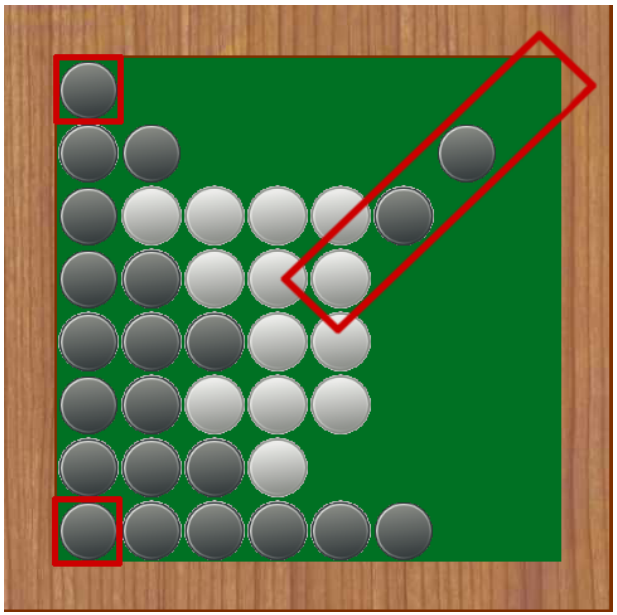
Moteur de choix



- $isCorner(x) \wedge isMine(x)$

Raisonneur

Moteur de choix



- $isCorner(x) \wedge isMine(x)$
- $isMine(w) \wedge isOpp(x) \wedge isOpp(y) \wedge aligned(w, x, y) \wedge isEmpty(z) \wedge aligned(x, y, z)$

Raisonneur

Valuation des formes

- Valuation d'une forme :

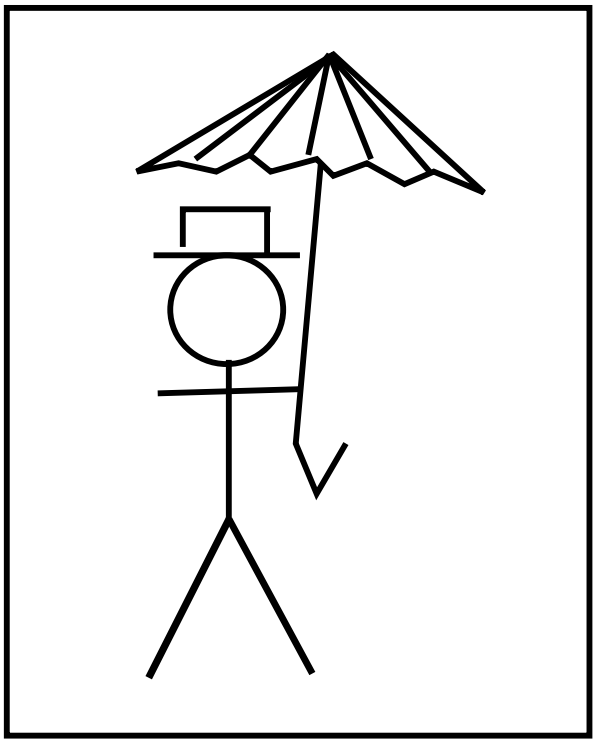
$$P(Gain|Forme) = \frac{P(Forme|Gain) \times P(Gain)}{P(Forme)}$$

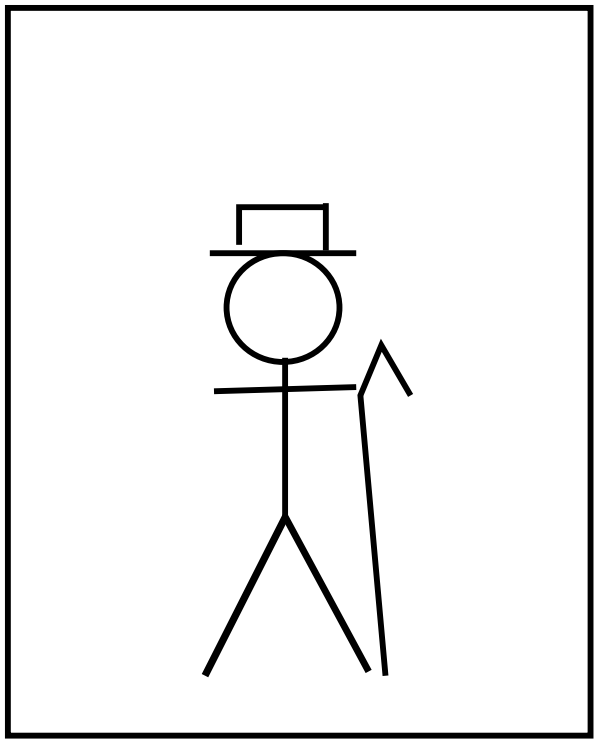
- Fin de partie $\rightarrow$ mise à jour des formes rencontrées

Raisonneur

Moteur d'introspection

Extraction de formes

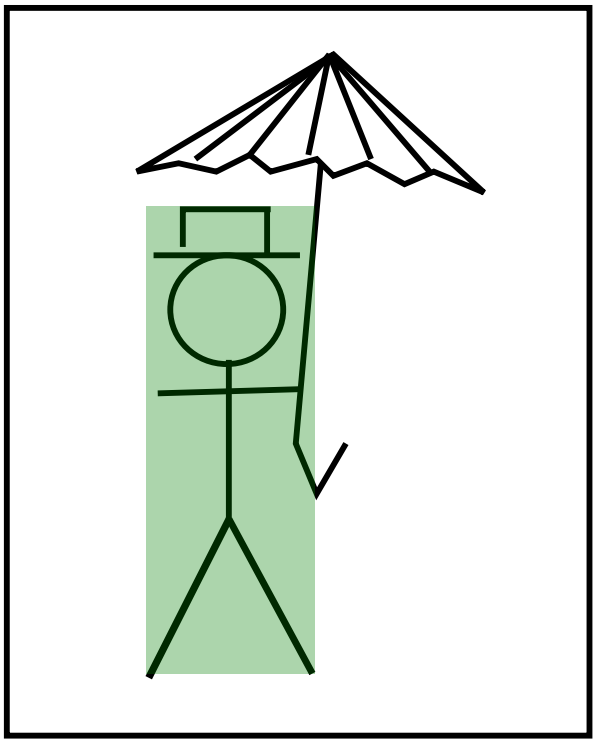


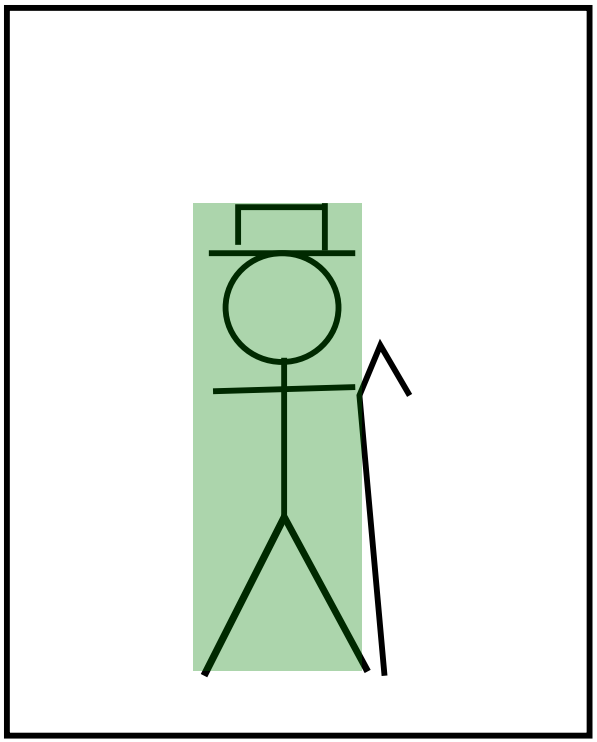


Raisonneur

Moteur d'introspection

Extraction de formes

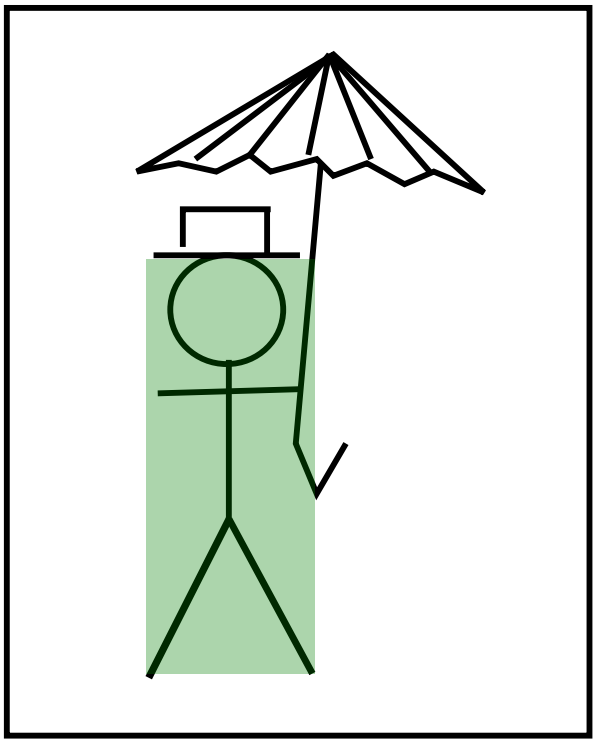


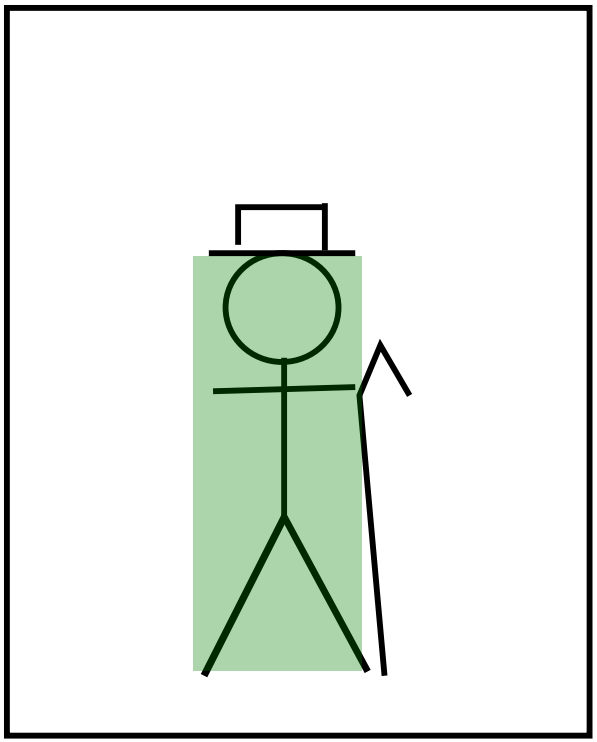


Raisonneur

Moteur d'introspection

Extraction de formes

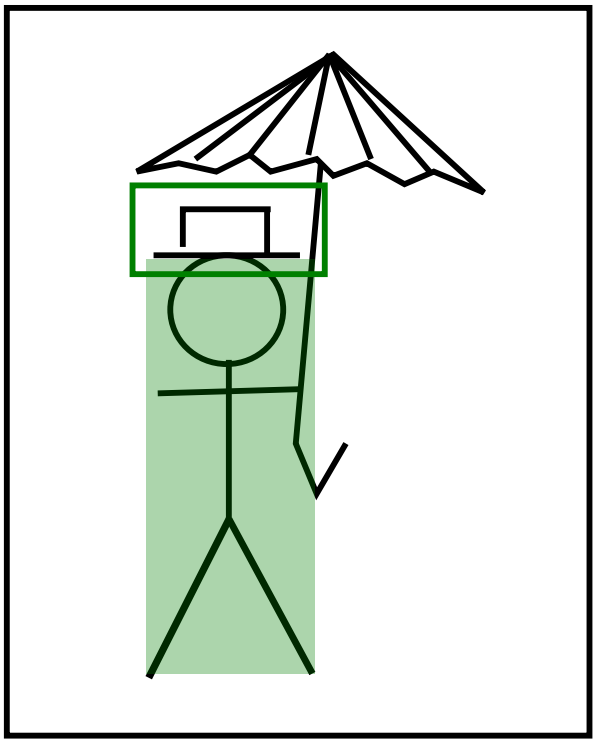


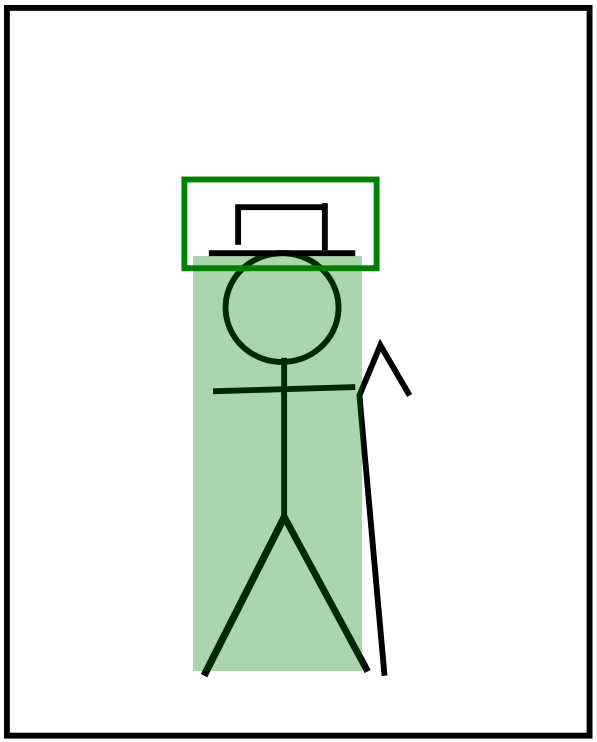


Raisonneur

Moteur d'introspection

Extraction de formes





Raisonneur

Moteur d'introspection

$$\ldots isMine(x0) \wedge$$
$$isOpp(x1) \wedge$$
$$isOpp(x2) \wedge$$
$$aligned(x0, x1, x2) \wedge$$
$$isEmpty(x3) \wedge$$
$$aligned(x1, x2, x3) \wedge$$
$$\ldots isCorner(x3) \ldots$$

$$\ldots isMine(y0) \wedge$$
$$isOpp(y1) \wedge$$
$$isOpp(y2) \wedge$$
$$aligned(y0, y1, y2) \wedge$$
$$isEmpty(y3) \wedge$$
$$aligned(y1, y2, y3) \wedge$$
$$\ldots isCorner(y3) \ldots$$

Mémoire

Interface Mémoire

Memory
Interface

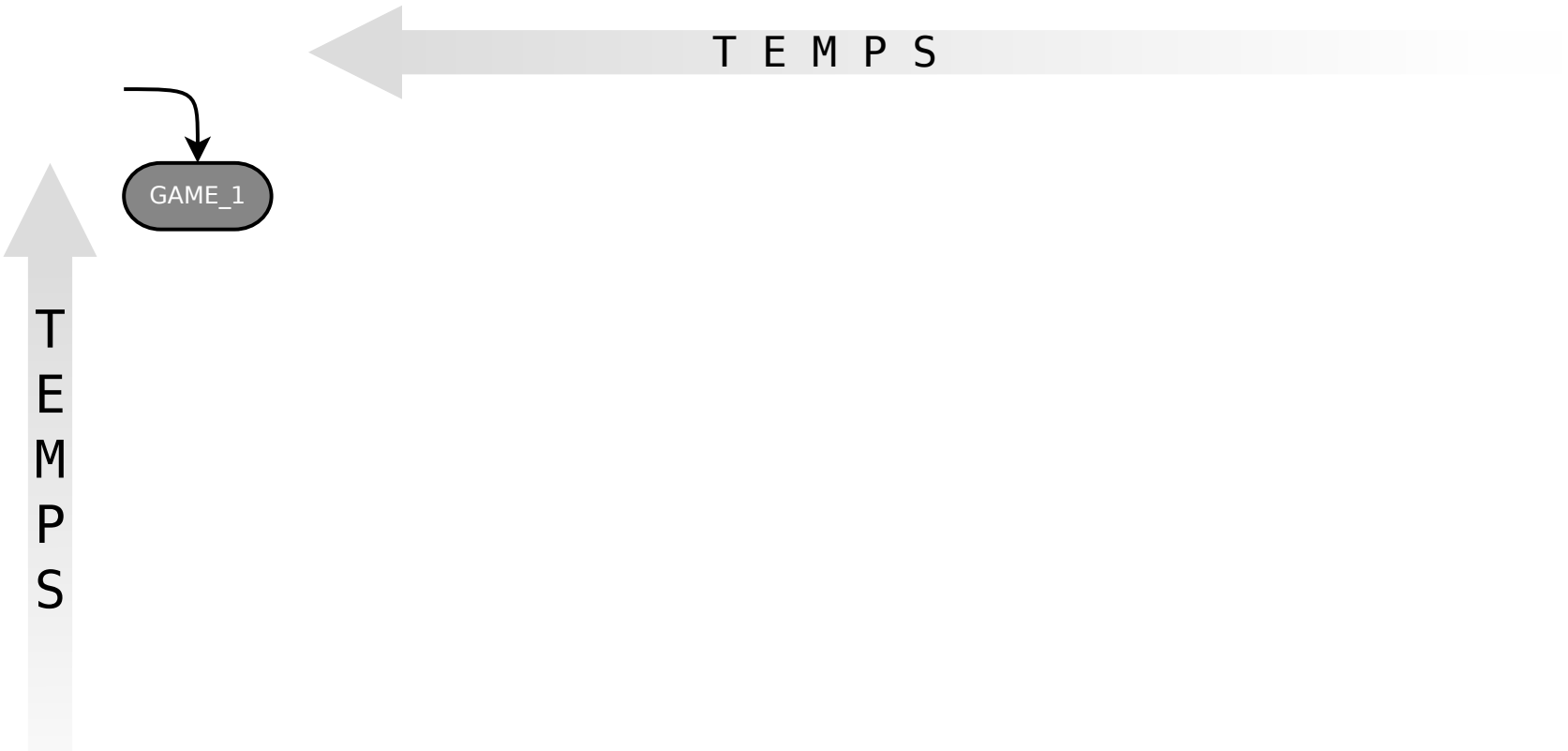
```
+getRelevantPartialBoardStates(): List<RelevantPartialBoardState>
+putOption(option:Option_FOL)

+getGradedOptions(): List<Pair<Option_FOL, Double>>
+OptionChosen(option:Option_FOL)
+BeginOfGame()
+EndOfGame(status:GameStatus,score:int)

+getLastWonGames(n:int): List<Game>
+getLastLostGames(n:int): List<Game>
+getAllRPBS(n:int): List<Pair<RelevantPartialBoardState, Double>>
+putRelevantStructure(rpbs:RelevantPartialBoardState): long
+addAssociation(cbs_id:long,rpbs:RelevantPartialBoardState)
```

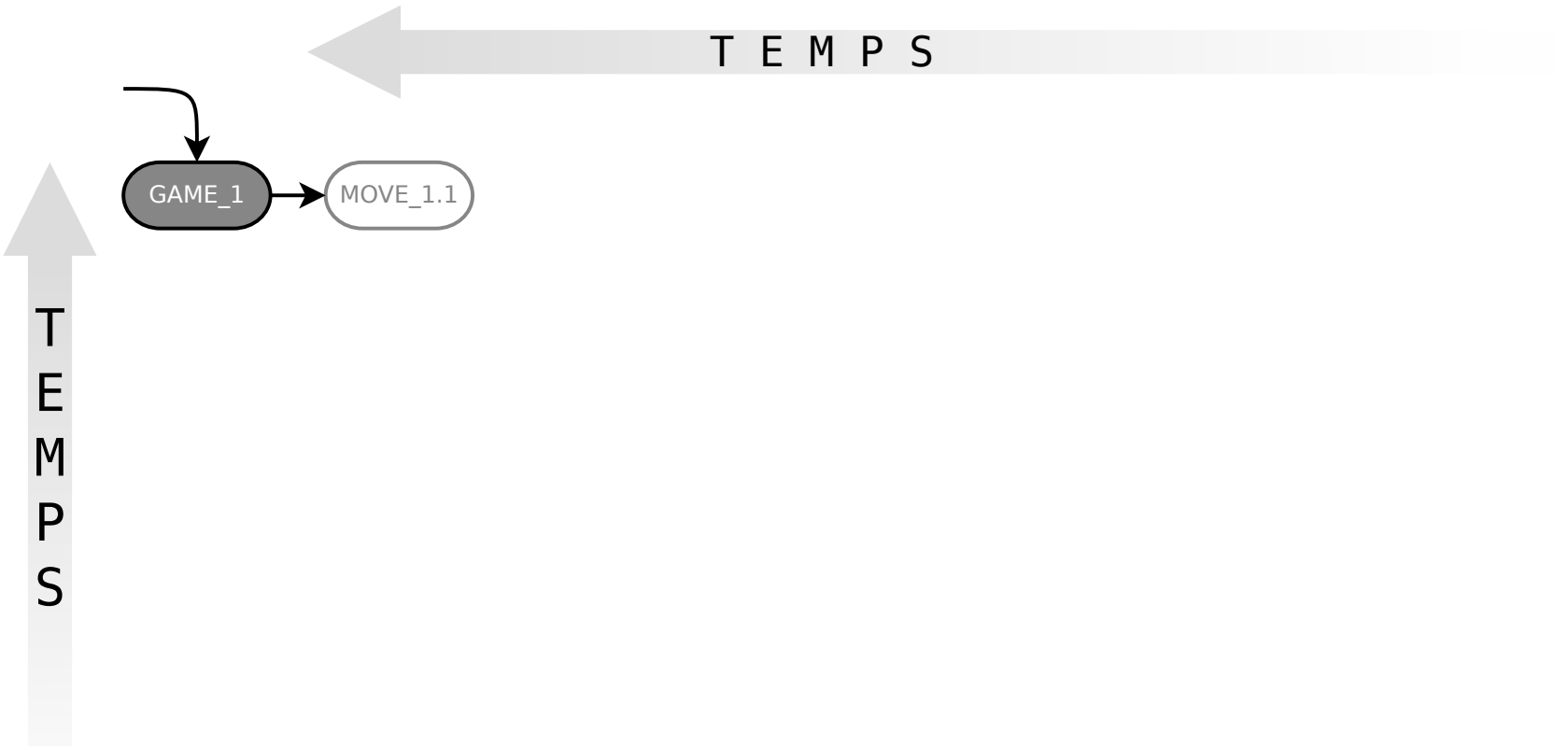
Mémoire

Mémoire épisodique



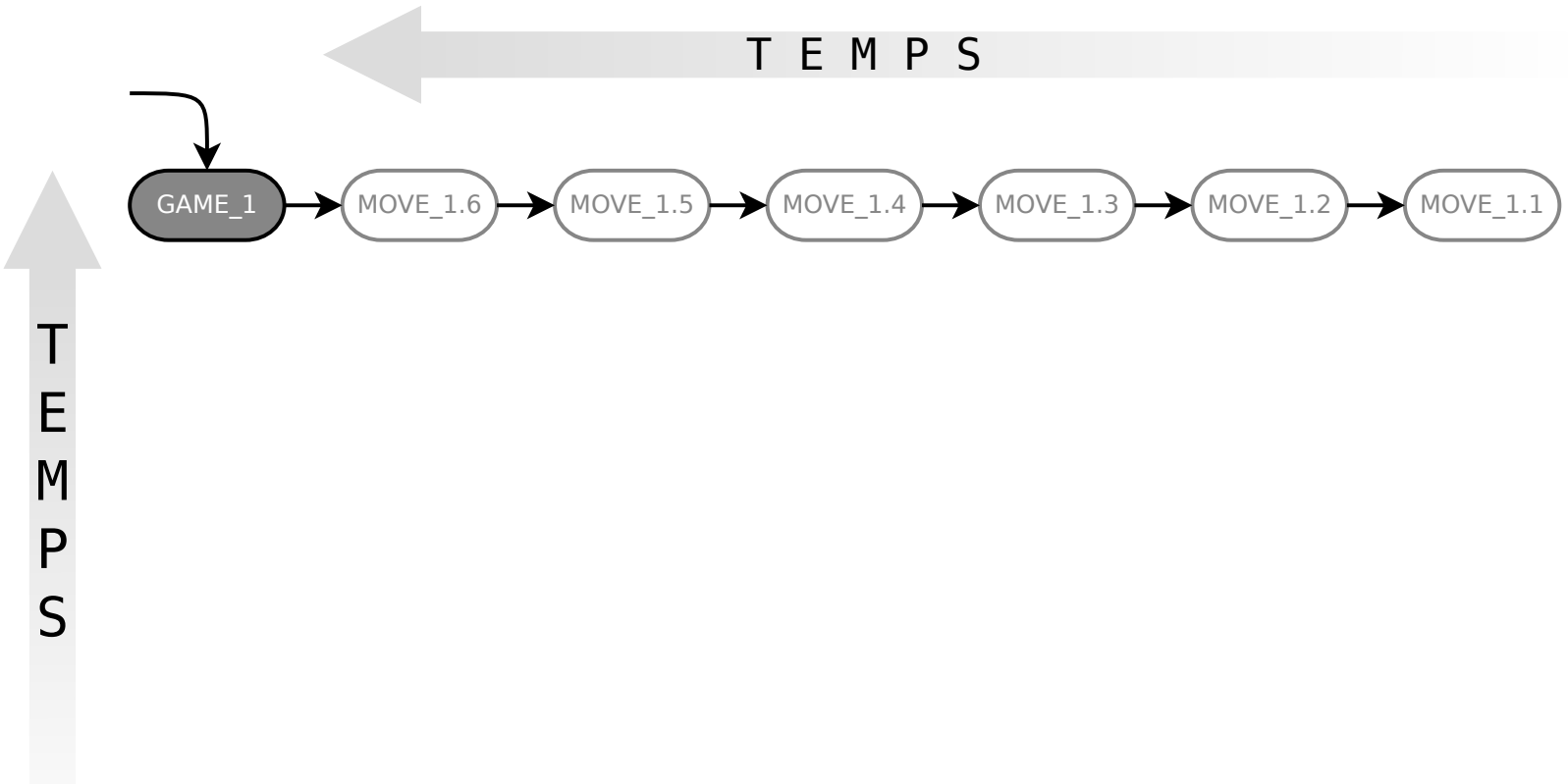
Mémoire

Mémoire épisodique



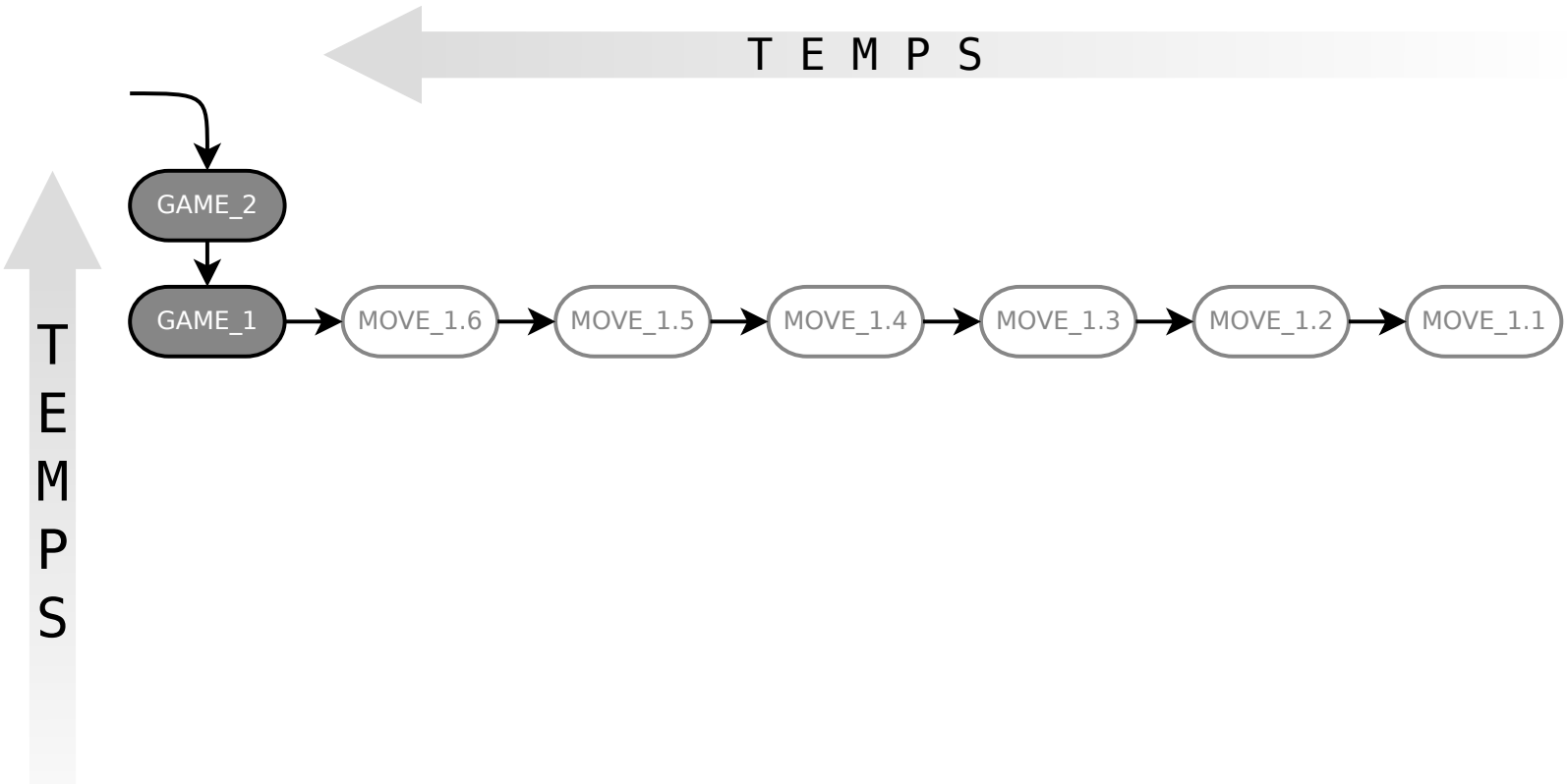
Mémoire

Mémoire épisodique



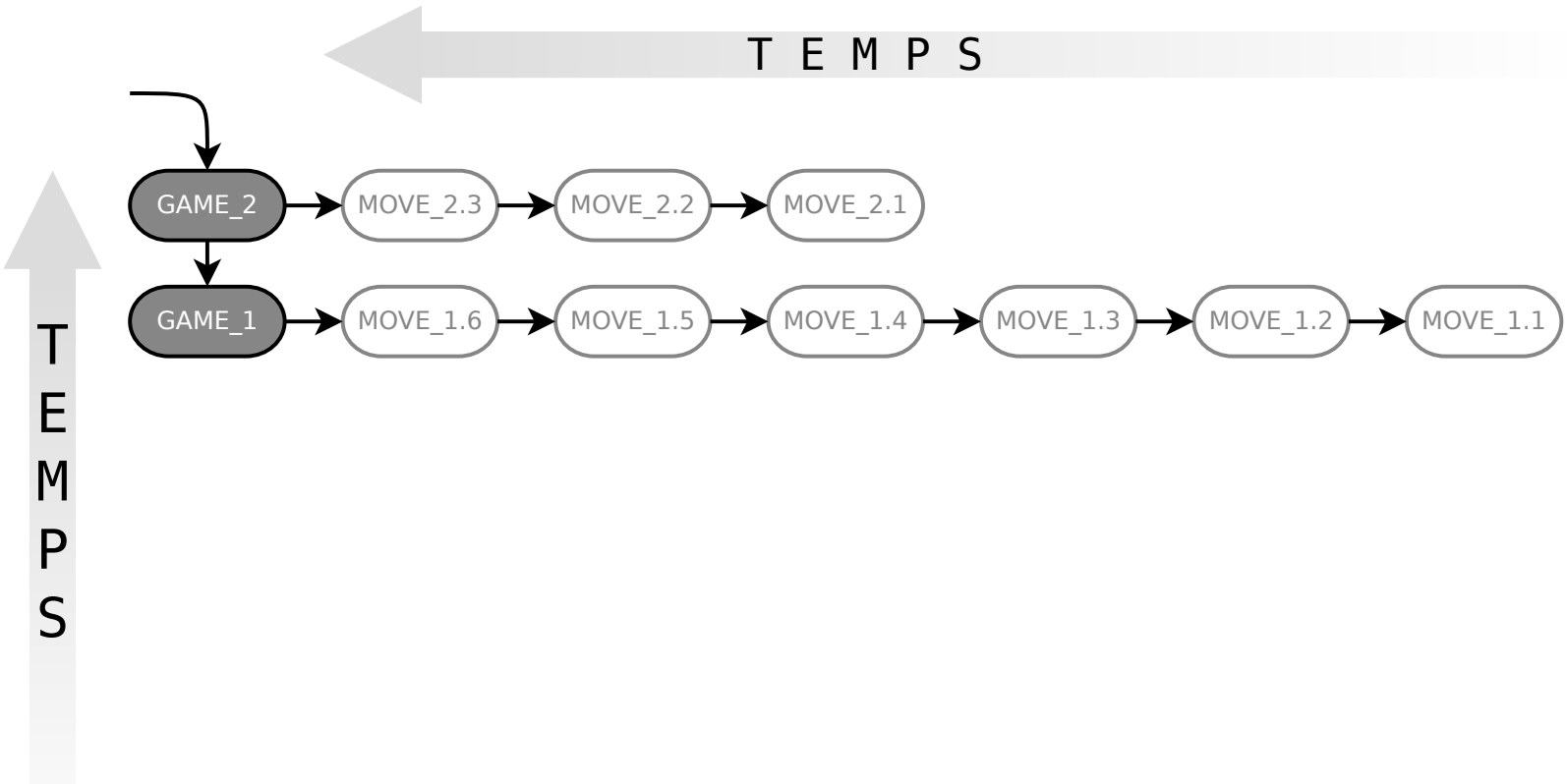
Mémoire

Mémoire épisodique



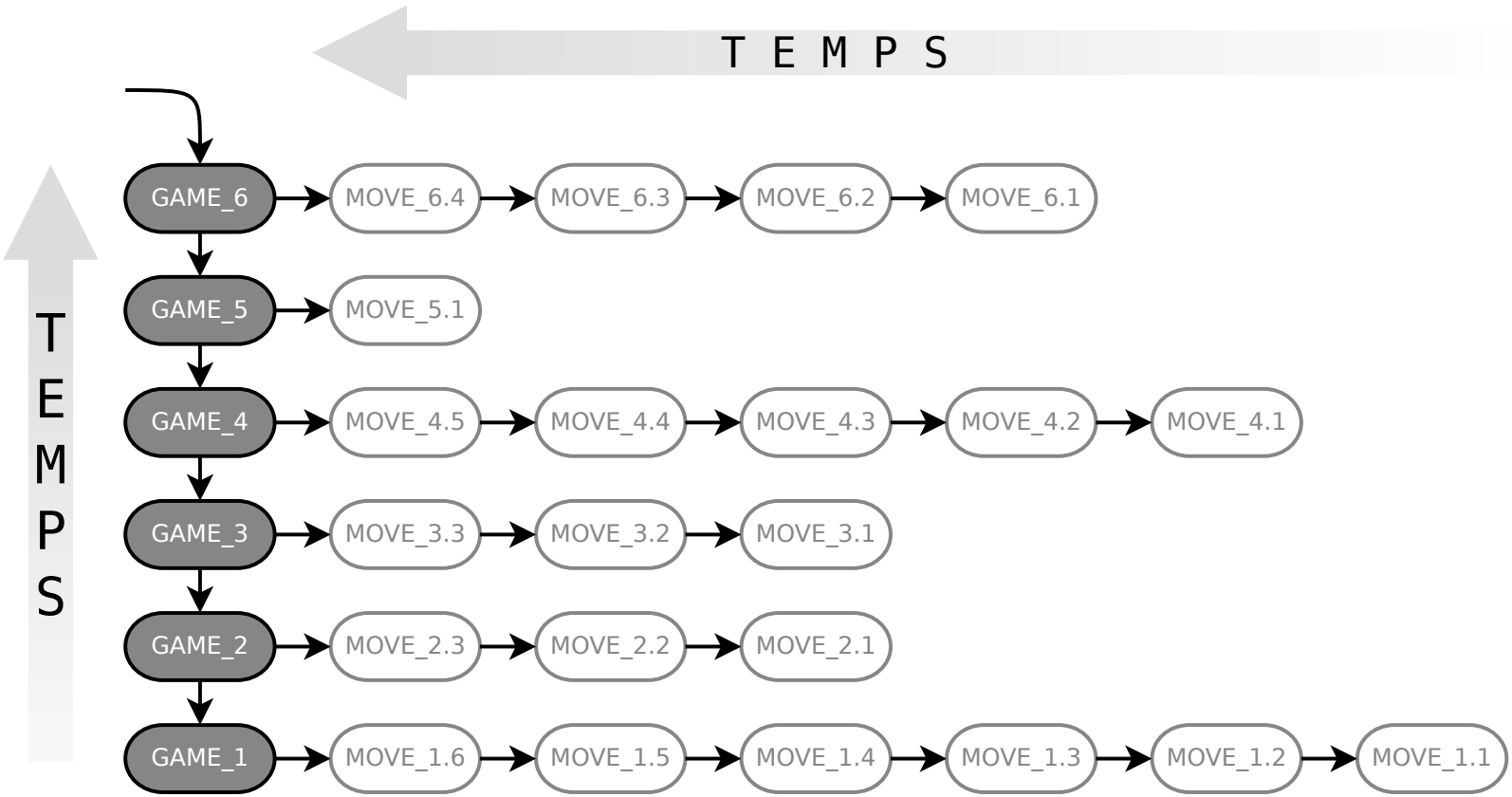
Mémoire

Mémoire épisodique



Mémoire

Mémoire épisodique



Mémoire

Mémoire sémantique

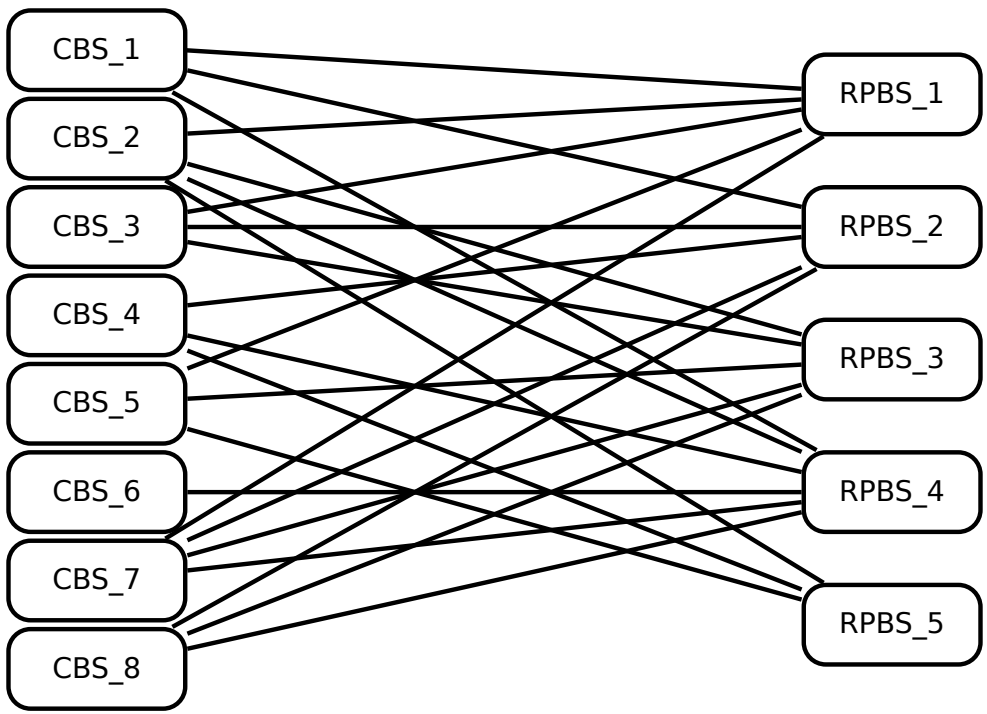
Vision en matrice

	RPBS_1	RPBS_2	RPBS_3	RPBS_4	RPBS_5
CBS_1	●	●		●	
CBS_2	●		●	●	●
CBS_3	●	●	●		
CBS_4		●		●	●
CBS_5	●		●		●
CBS_6				●	
CBS_7	●	●	●	●	
CBS_8		●	●	●	

Mémoire

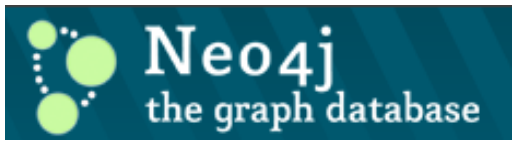
Mémoire sémantique

Vision en graphe



Mémoire

Persistance



Neo4j

- Logiciel libre (GPLv3 / AGPLv3)
- SGBD NoSQL orienté graphe
- Respect des caractéristiques ACID
- Multiple versions (embedded in Java)

Mémoire

Persistance

Élements

- Noeud racine
- Noeuds
- Relations (orientées)
- Types de relations
- Attributs (Noeuds & Relations)

Comment typer les noeuds ?

Mémoire

Persistance

Élements

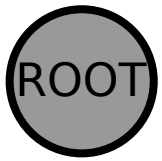
- Noeud racine
- Noeuds
- Relations (orientées)
- Types de relations
- Attributs (Noeuds & Relations)

Comment typer les noeuds ?

1. Créer un noeud `Maitre`
2. Créer une relation typée `Racine` $\rightarrow$ `Maitre`
3. Créer des relations typées `Maitre` $\rightarrow$ `Noeuds`

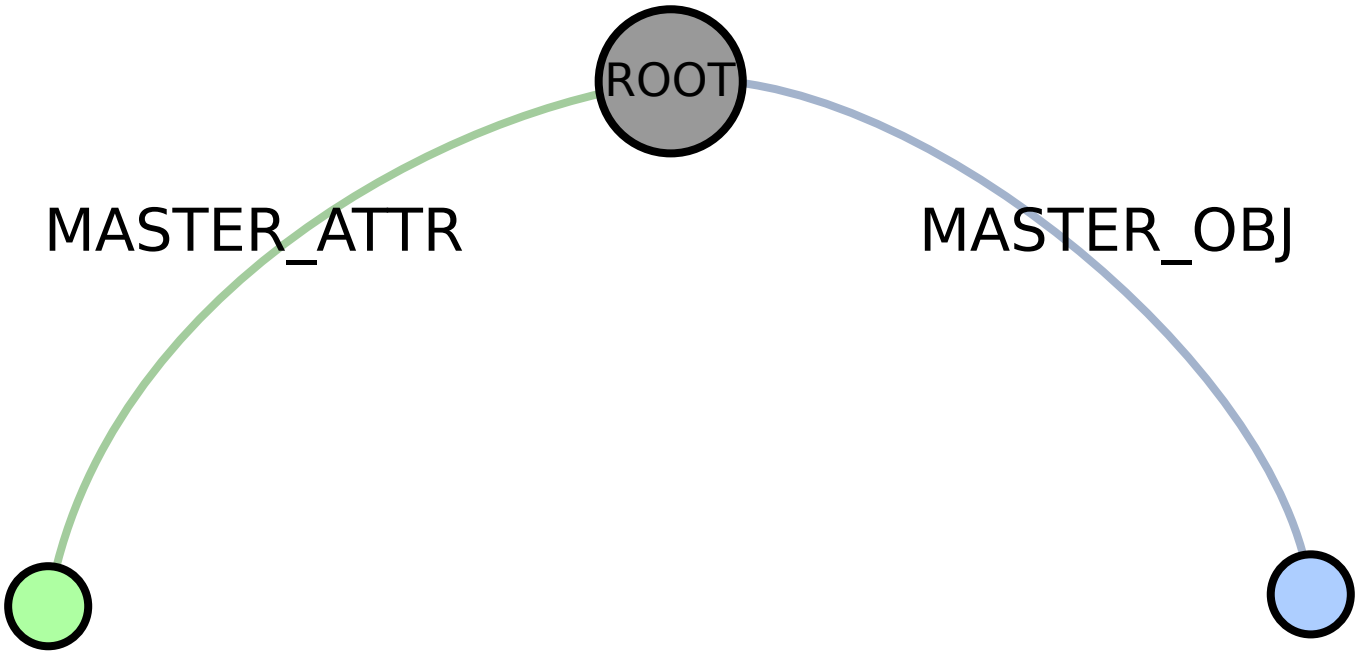
Mémoire

Graphe de la mémoire sémantique



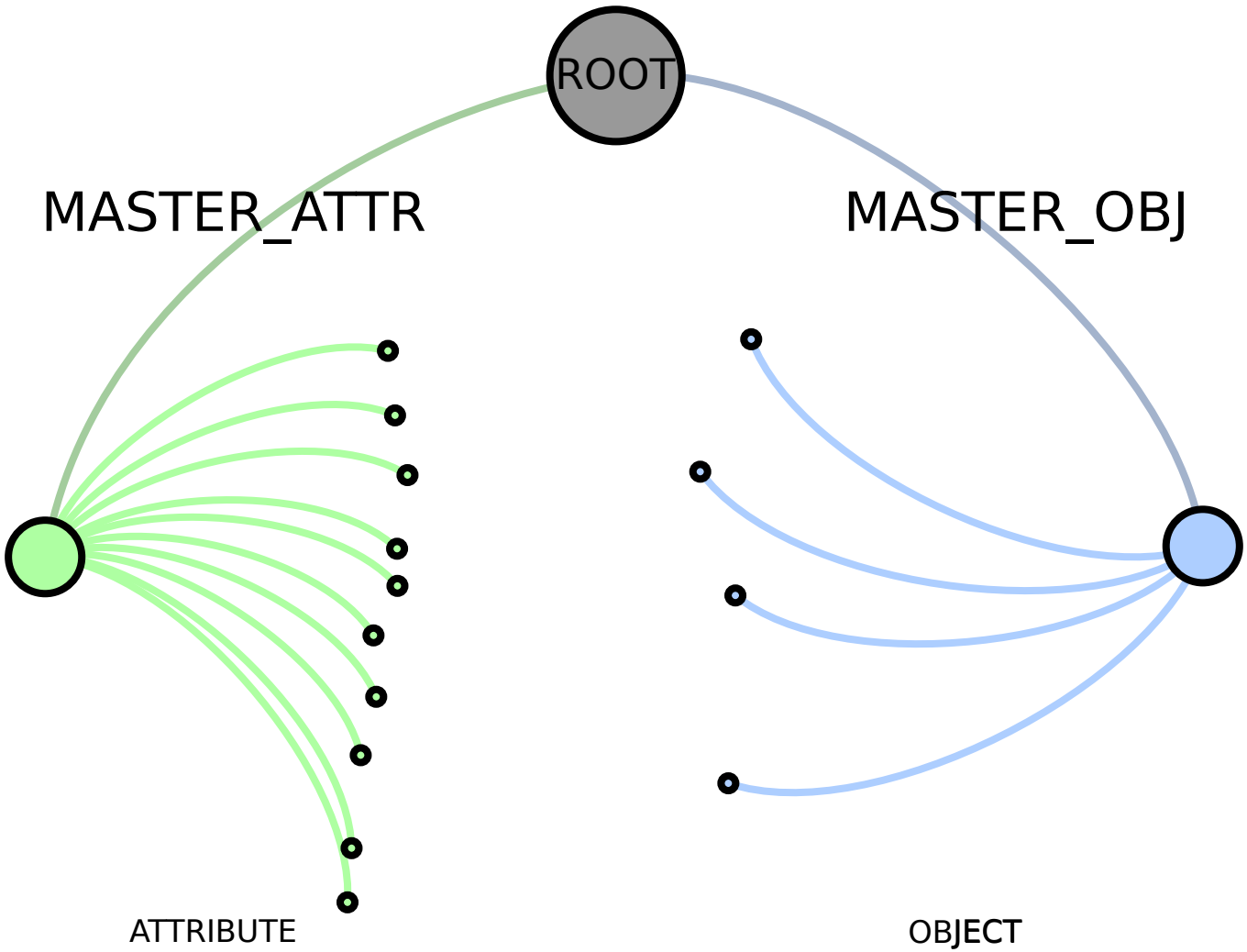
Mémoire

Graphe de la mémoire sémantique



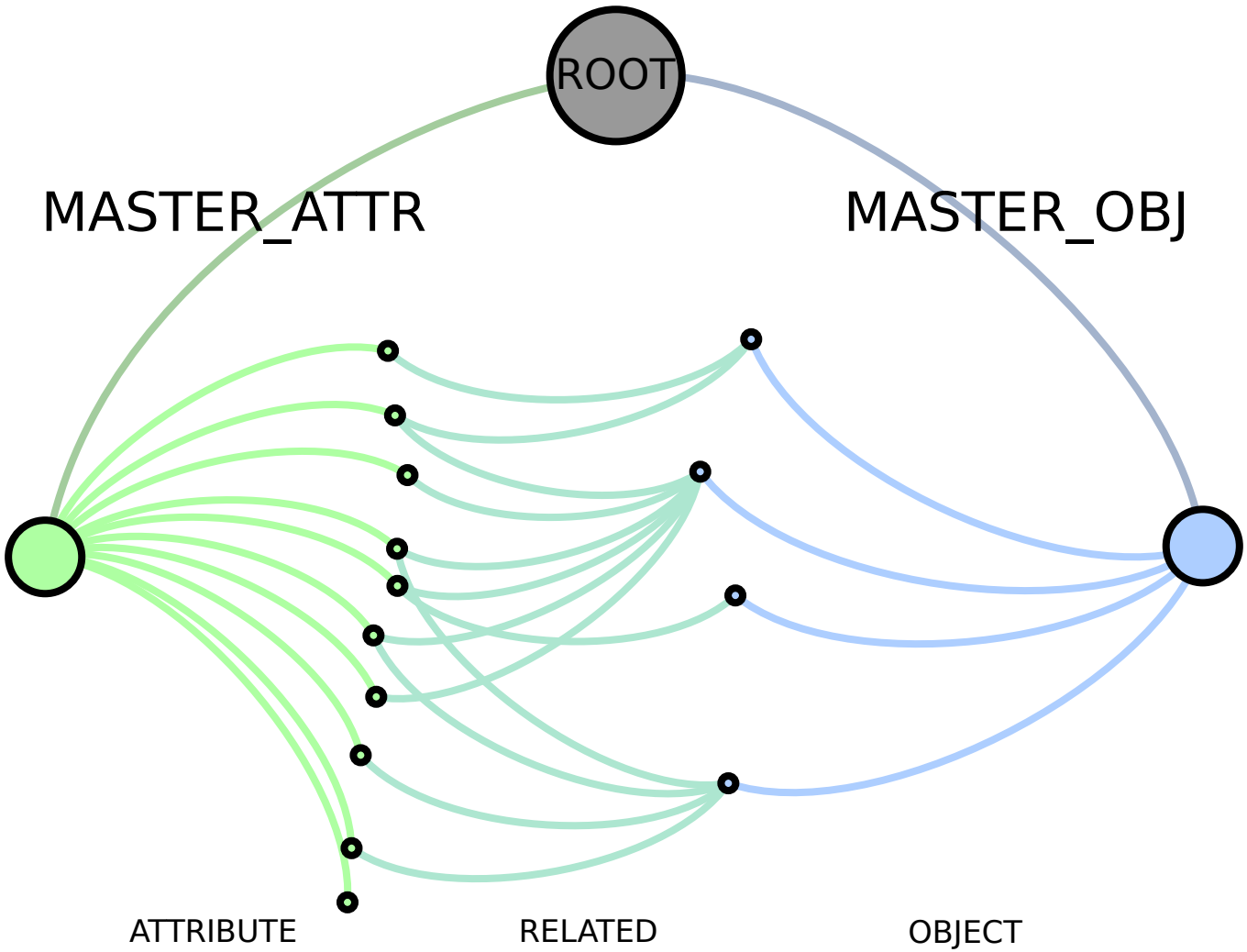
Mémoire

Graphe de la mémoire sémantique



Mémoire

Graphe de la mémoire sémantique

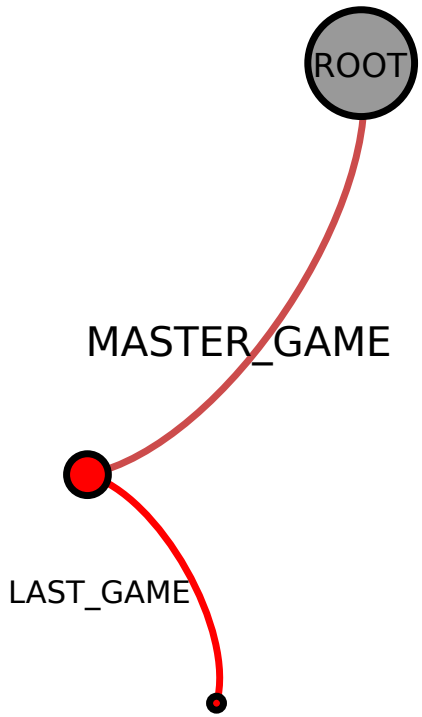


Mémoire

Graphe de la mémoire épisodique

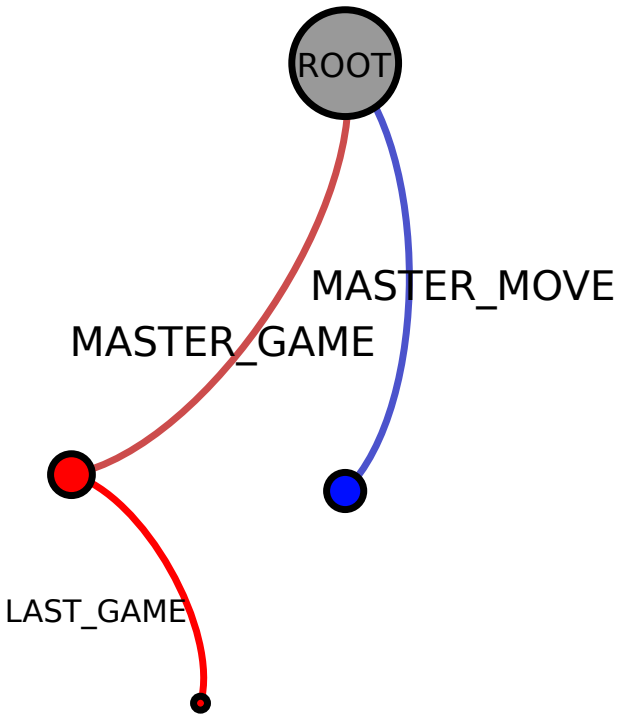
Mémoire

Graphe de la mémoire épisodique



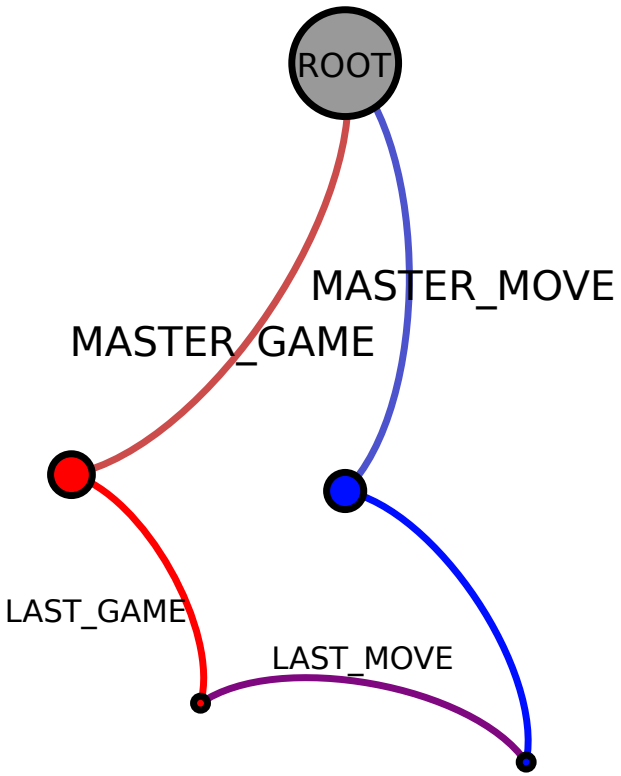
Mémoire

Graphe de la mémoire épisodique



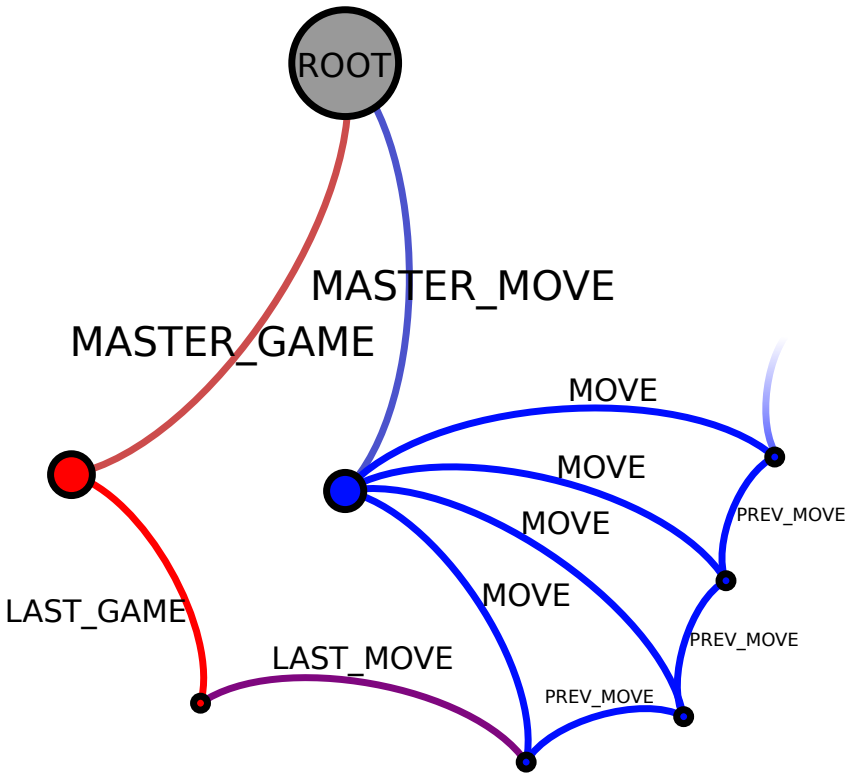
Mémoire

Graphe de la mémoire épisodique



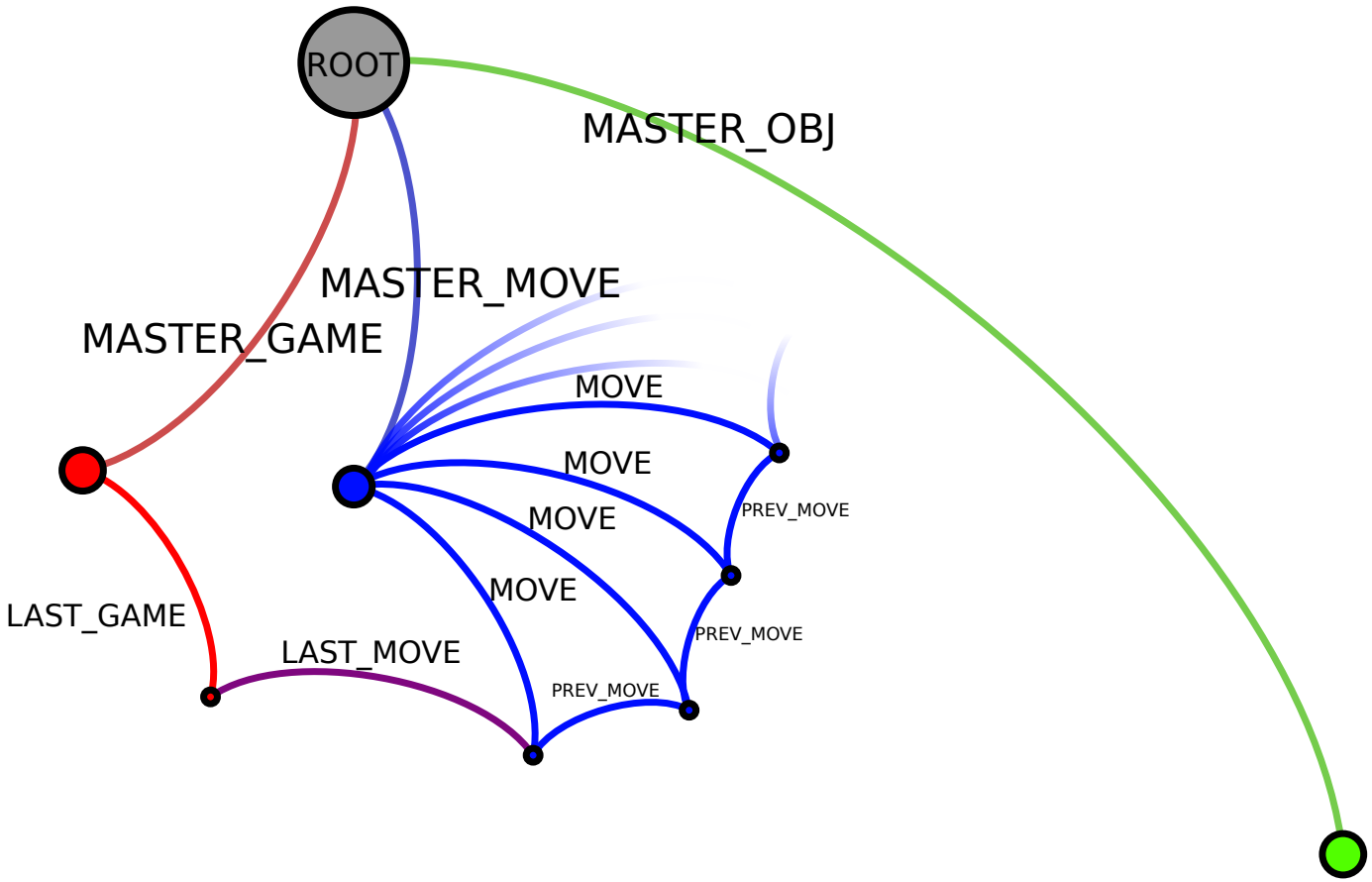
Mémoire

Graphe de la mémoire épisodique



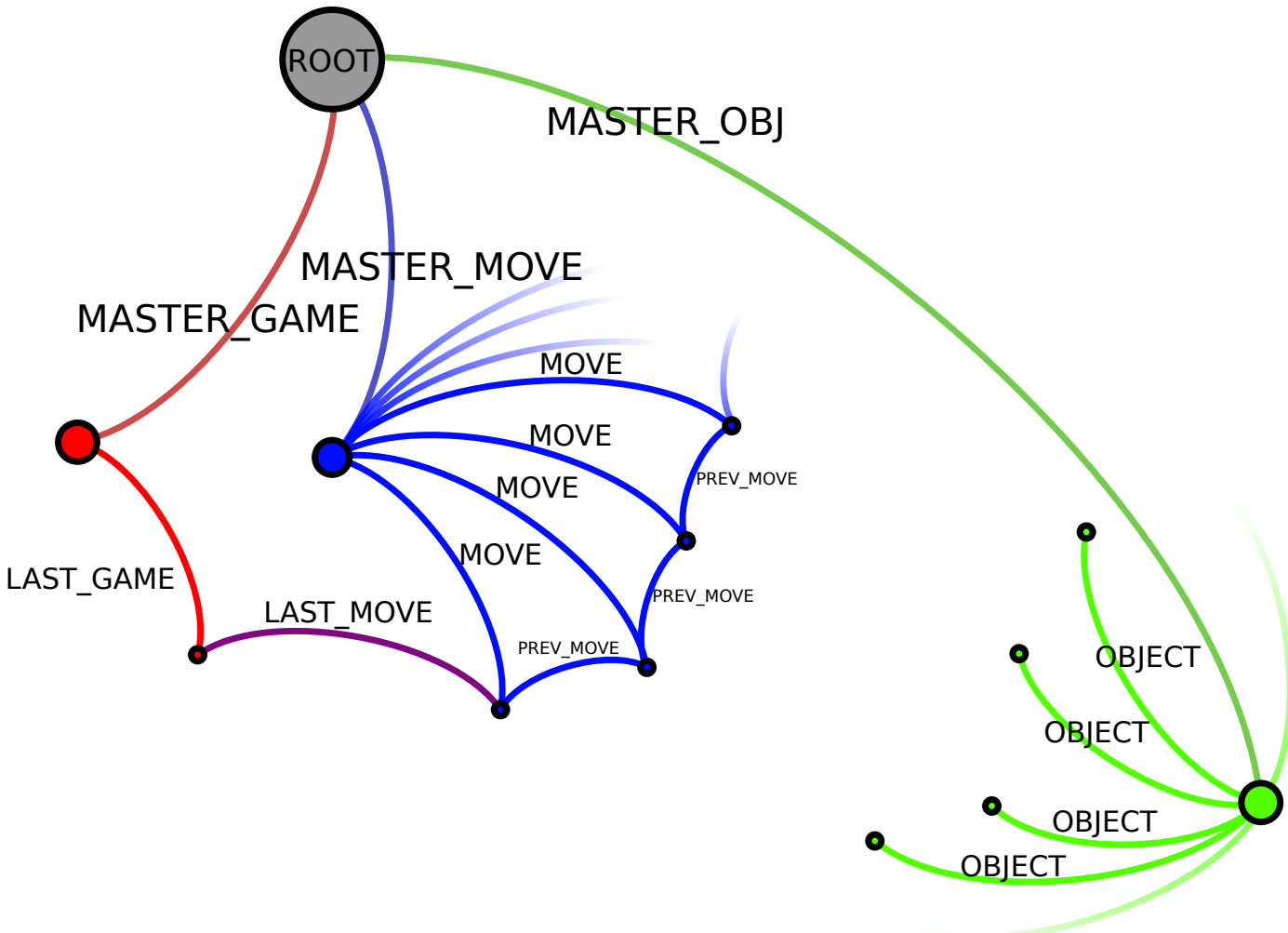
Mémoire

Graphe de la mémoire épisodique



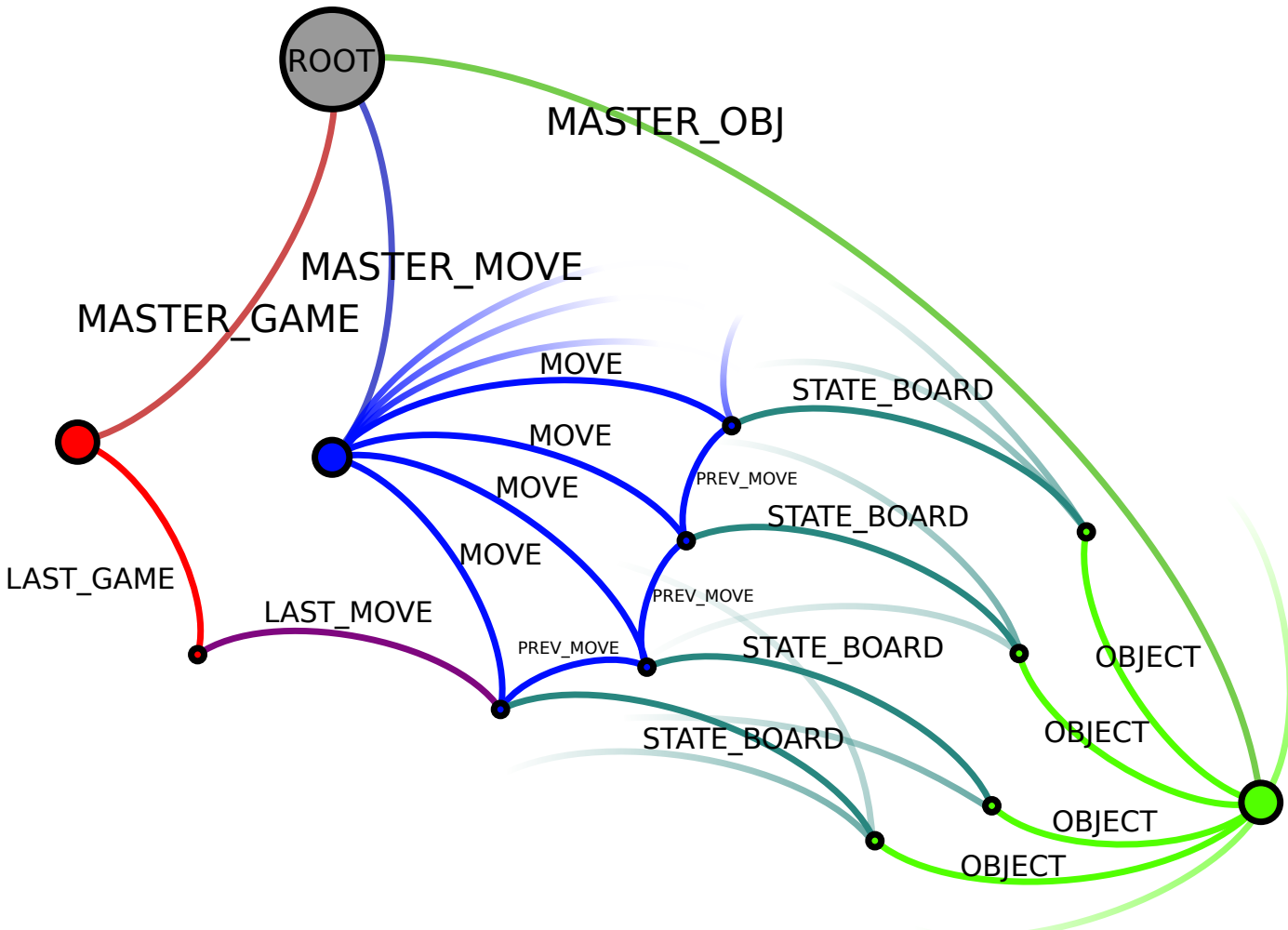
Mémoire

Graphe de la mémoire épisodique



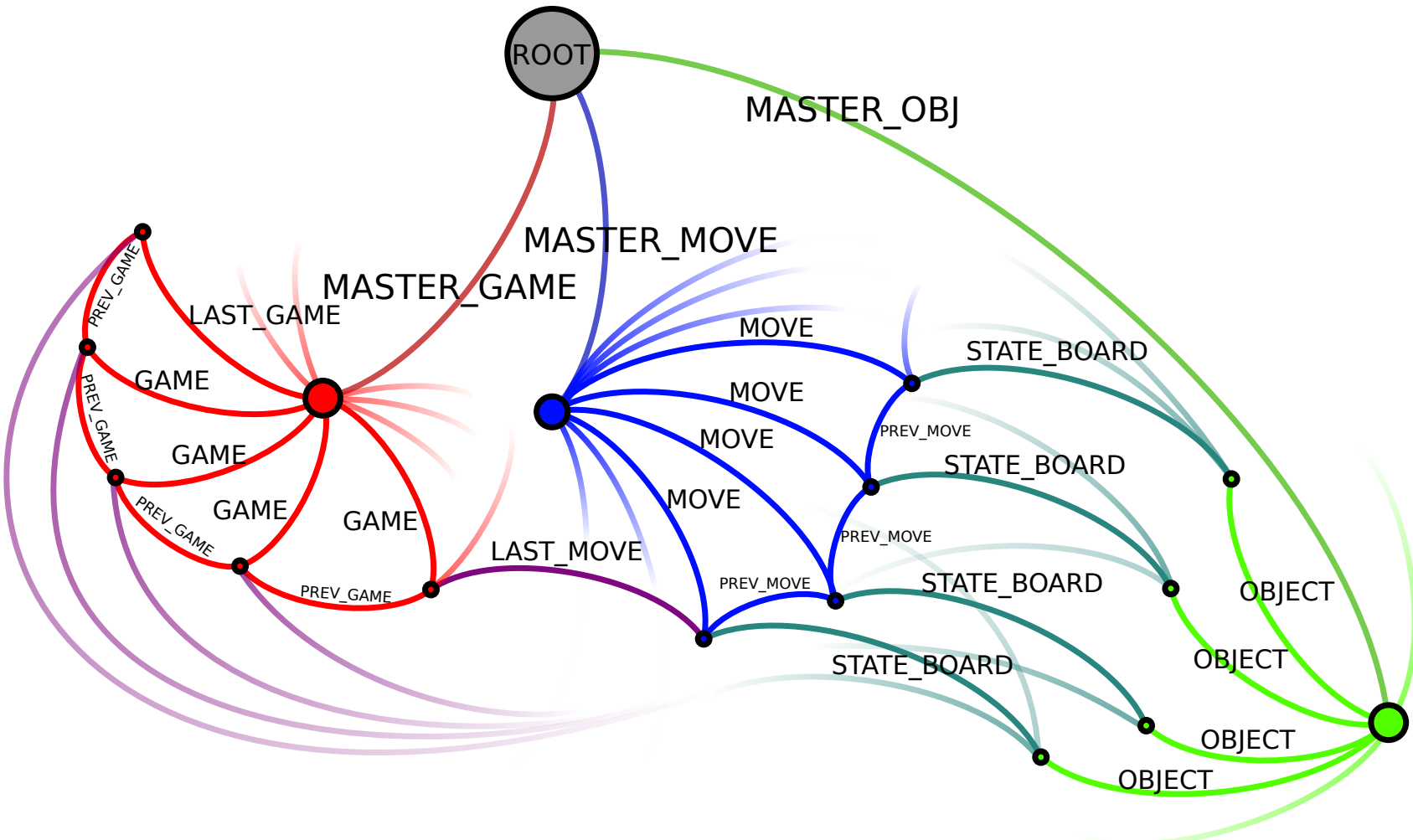
Mémoire

Graphe de la mémoire épisodique



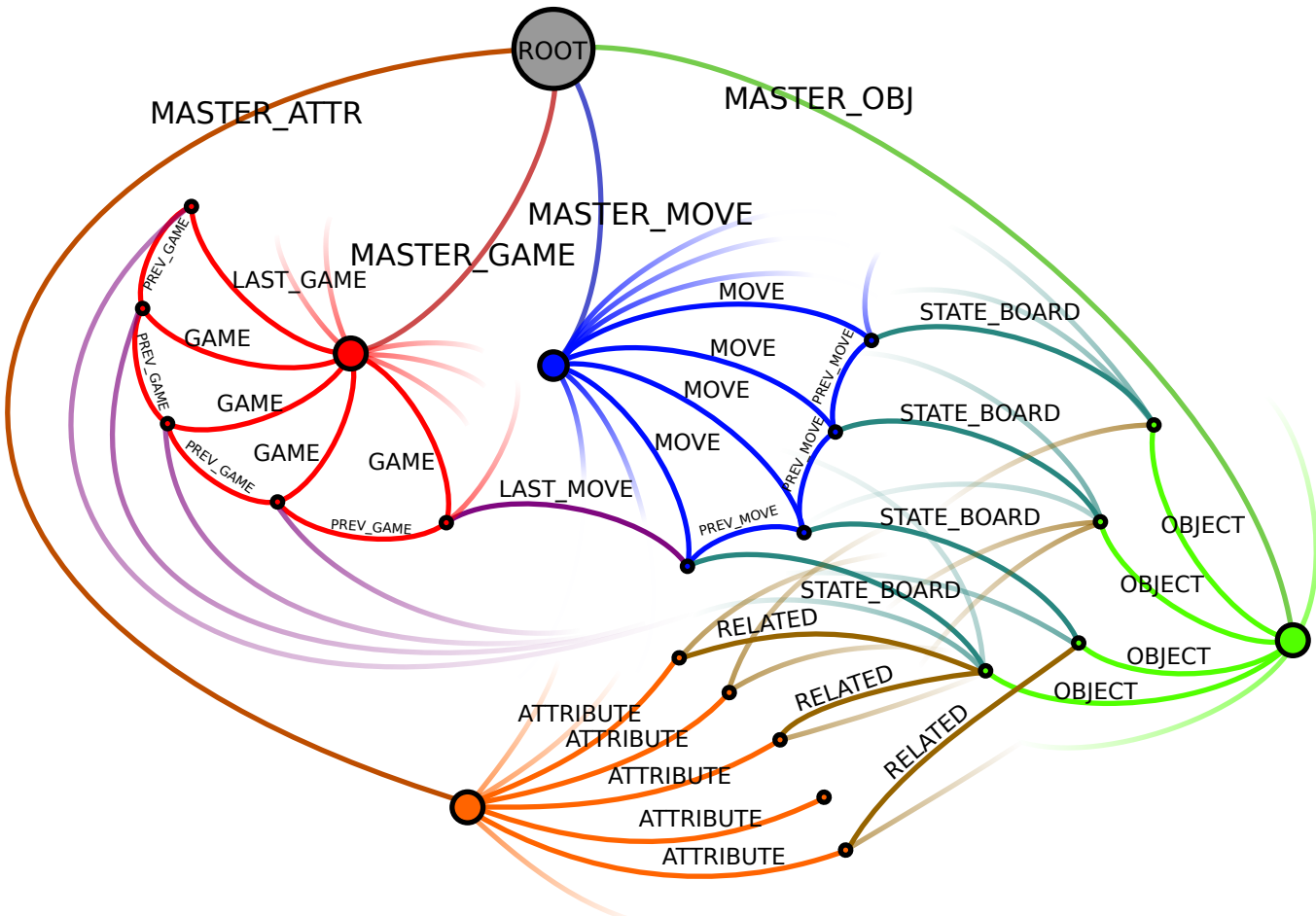
Mémoire

Graphe de la mémoire épisodique



Mémoire

Graphe complet de la mémoire

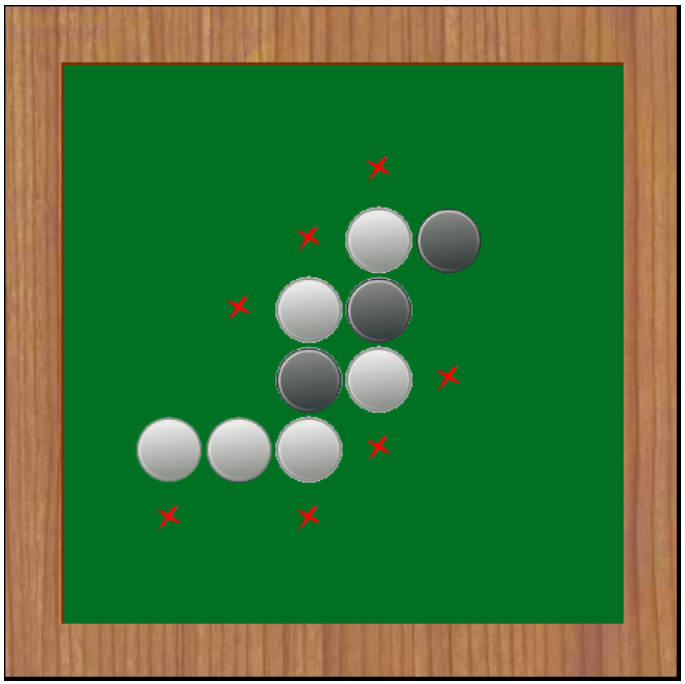


Optimisation

Structures de données

Optimisation

MultiThreading



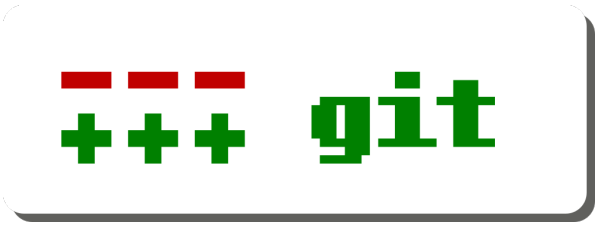
Optimisation

Autre

Analyse et implémentation d'un modèle de conscience artificielle

Outils de travail

GIT - Un gestionnaire de version décentralisé



- Logiciel libre (GNUv2)
- Simple d'utilisation
- Hébergement via GitHub

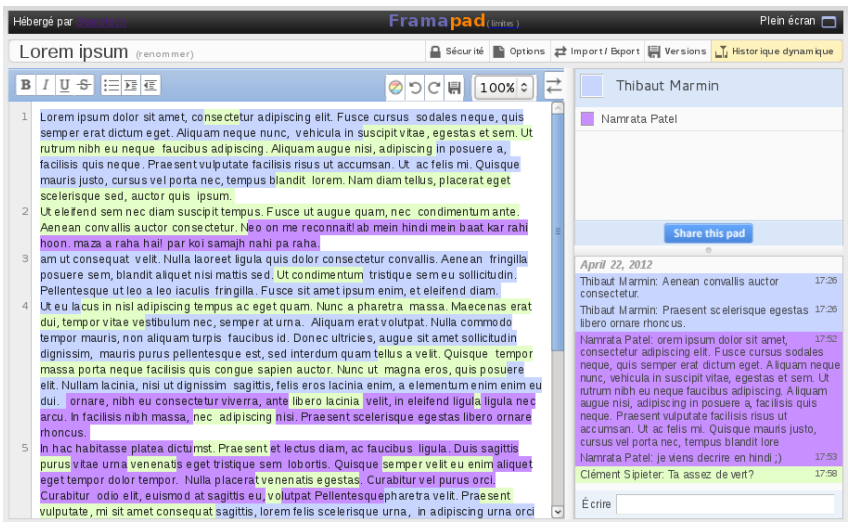
`https://github.com/marminthibaut/artificial_consciousness/`

Outils de travail

Etherpad - Éditeur de texte collaboratif

EtherPad

EtherPad is the only web-based word processor that allows people to work together in *really real-time*.



Aperçu d'un pad hébergé sur `framapad.org`

- Logiciel libre
  Licence Apache v2
- Collaboratif en temps réel
- Complet
  Chat, couleurs, etc.
- Hébergement via Framapad
  `http://framapad.org/`

Outils de travail

Développement

Logiciel Libre (EPL) / EDI renommé

Log4j

- Outil libre (Apache v2)
- Journalisation

Javadoc

- Standard industriel
- Réutilisation du code source

Pas libre. . . / Plugin Eclipse & autres EDI

Analyse et implémentation d'un modèle de conscience artificielle

Conclusion

Découverte de nouveaux outils / travail collaboratif en équipe

Perspectives

Ce qui (n') a (pas) été réussi Sacrifices faits (système opérationelle) Problèmes rencontrés (NP-complétude) Forces et faiblesses du sysème Pistes à suivre pour une suite éventuelle Évaluation du système à faire

Perspectives

Un treillis en mémoire ?