CIAD

CONNAISSANCE & INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DISTRIBUÉES

Vincent Hilaire

En quoi l'Intelligence Artificielle Distribuée peut-elle contribuer au domaine de l'Energie ?

Plan

- L’Intelligence Artificielle de quoi parle-t-on ?
- L’intérêt de l’Intelligence Artificielle Distribuée
- IA Hybride
- Conclusion

L’Intelligence Artificielle de quoi parle-t-on ?

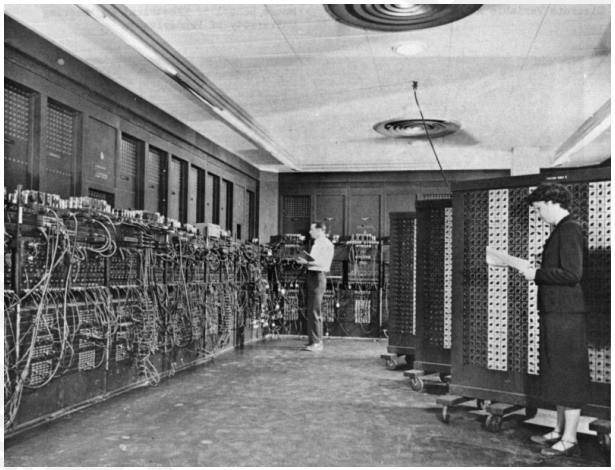
L'Intelligence Artificielle de quoi parle-t-on ?

- L'homme a depuis longtemps tenté de reproduire les mécanismes du vivant et notamment « l'intelligence »

- Les travaux de Turing et l'apparition des ordinateurs ont donné une impulsion nouvelle lors de la deuxième guerre mondiale

- Le terme IA est apparu en 1956 lors de la conférence de Dartmouth
- En quelques mots :

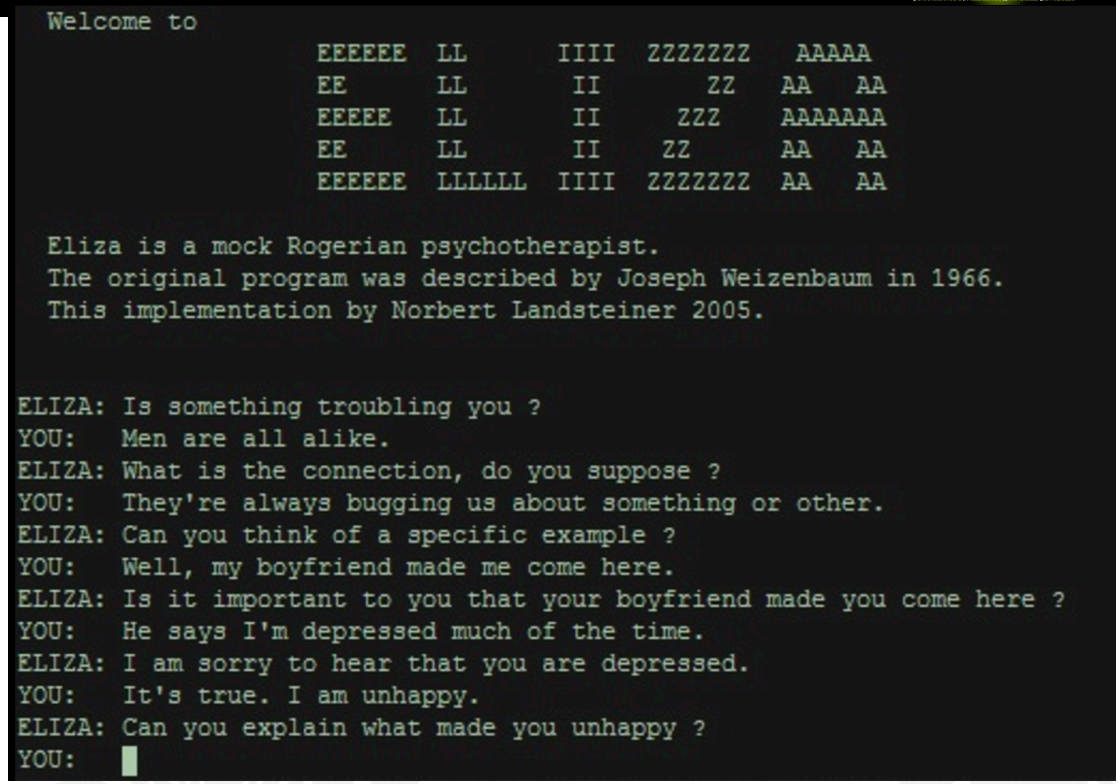
L'IA est :
- un ensemble de théories et techniques
- qui visent à remplacer l'homme
- pour des tâches ciblées



L'Intelligence Artificielle de quoi parle-t-on ?

Eliza

- Un des précurseurs (années 60)
- Simulation d'un psychothérapeute
- Reformulation des phrases entrées par l'utilisateur



Test de Turing

- Conçu pour déterminer si un programme peut imiter un humain
- Interactions (texte) à l'aveugle entre un humain et une IA ou un humain

Les domaines d'application de l'IA

IA pour :

- les transports et la mobilité
- la santé
- La simulation et les jeux
- Les véhicules autonomes et les infrastructures intelligentes
- La perception de l'environnement
- La robotique/cobotique (robots autonomes, planification)
- L'histoire et les arts
- Le profilage
- L'analyse et la gestion des données
- Les bâtiments intelligents
- Les systèmes prédictifs
- Les systèmes de recommandations
- …

IA et énergie

- Optimisation de la Production Énergétique
- Gestion des Réseaux Énergétiques
- Efficacité Énergétique dans l'Industrie et le Bâtiment
- Maintenance Prédictive des Infrastructures Énergétiques
- Transition vers une Économie Bas-Carbone
- Réduction de l'Impact Environnemental
- …

L’intérêt de l’Intelligence Artificielle Distribuée

La distribution

- Distribution géographique :
  - Entités hétérogènes
  - Localisations

- Distribution fonctionnelle
  - Fonctions diverses (génération, transmission, distribution, consommation, …)
  - Fonctions en interactions
- Echelles très variées
  - Maison/bâtiment
  - Quartier
  - Ville
  - Région
  - Pays

L'ouverture

- Par opposition à fermeture
  - hypothèse du monde clos fréquente
  - mais non « réaliste »
- Ajout/retrait d'entités dans le système
- Entités (typologie) non connues de manière exhaustive
  - Tout n'est pas connu à un instant t
- Ce qu'on n'arrive pas à générer n'est pas forcément faux

Localité pourquoi ?

- Localité ± simplicité
  - Hypothèse de complexité non linéaire des systèmes
- Des caractéristiques
  - Par type d'entités
  - Hétérogénéité
- De la décision
  - Prise de décisions locale
  - En interactions (portée locale)

L'autonomie comme paradigme

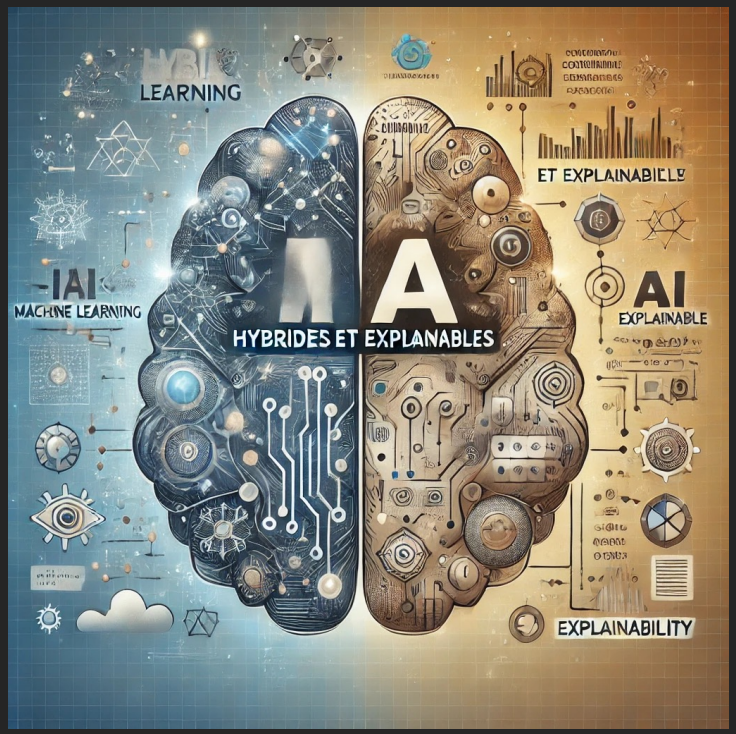
- Absence de contrôle centralisée
  - Plus robuste
  - Plus extensible
  - Plus simple
  - Plus acceptable

- Changement de paradigme
  - Nécessité d'un consensus
  - Redéfinition des mécanismes de contrôles

Dynamicité

- Le scénario n’est pas écrit/connu
  - De manière exhaustive
  - Il est impossible/irréaliste de tout prévoir
  - Non utile à terme
- Des entités peuvent apparaitre/disparaitre
- Le comportement des entités est contextuel
  - Difficile à prédire
- Des événements peuvent intervenir

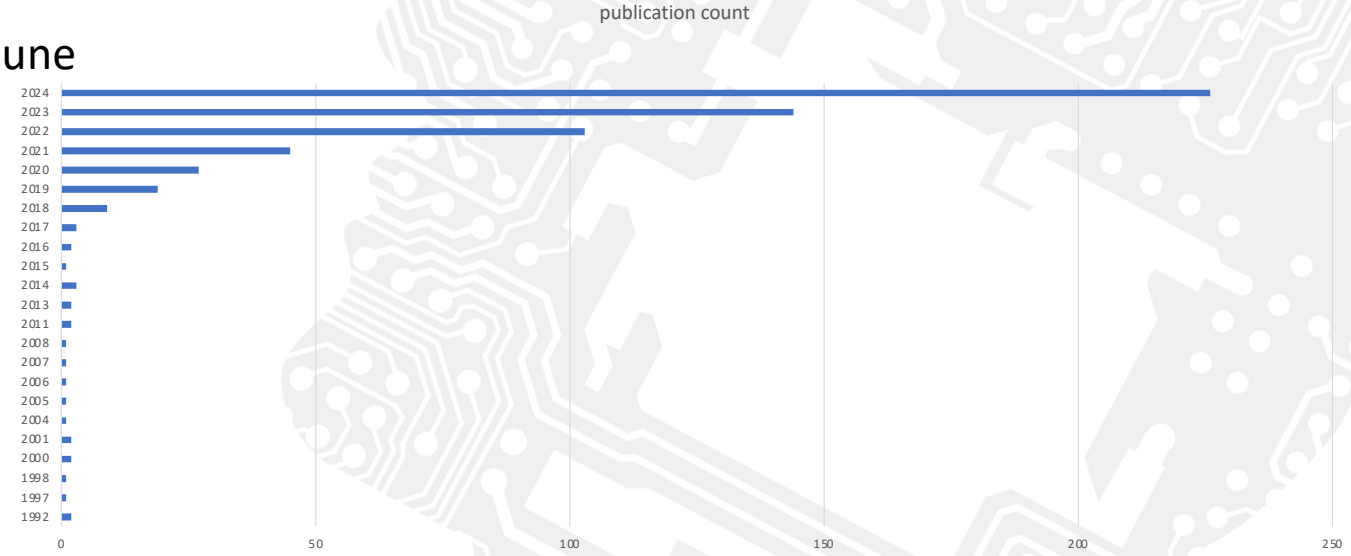
IA Distribuées/Hybrides/Explicables



Simulations

Contexte

- Le nombre de travaux en IA et énergie croit de manière exponentielle
- Les approches sont multiples/hétérogènes
- L'évaluation reste un challenge
- Les approches de simulation sont une réponse
  - Définition d'un modèle
  - Opérationnalisation
  - Validation/vérification
  - Etude des résultats



Les challenges d'une simulation distribuée

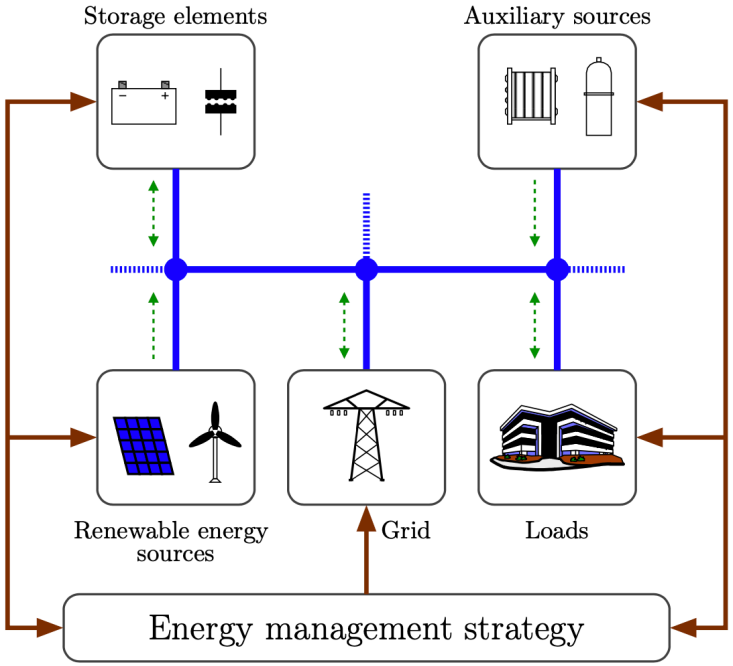
- La modélisation de chaque agent
  - Quelles caractéristiques ?
  - Quels comportements ?

- Le passage à l'échelle
  - Combien d'agents simulés ?
  - Combien de phénomènes ?

- La synchronisation
  - Gestion du temps
  - Gestion des actions simultanés
  - Gestion des lois physiques

Modélisation agent

- Typologie des agents: stockage, auxiliaire, renouvelable, charge, réseau, bus, …
- Exemple PAC :
  - $P_{PAC} = \frac{i_{PAC}^{dc} \times v_{dc}}{\eta}$
  - $q_{H2} = \frac{P_{PAC}}{\eta \times PCS_{H2}}$
- Chaque agent possède son propre comportement
- Chaque agent réagit à des événements spécifiques

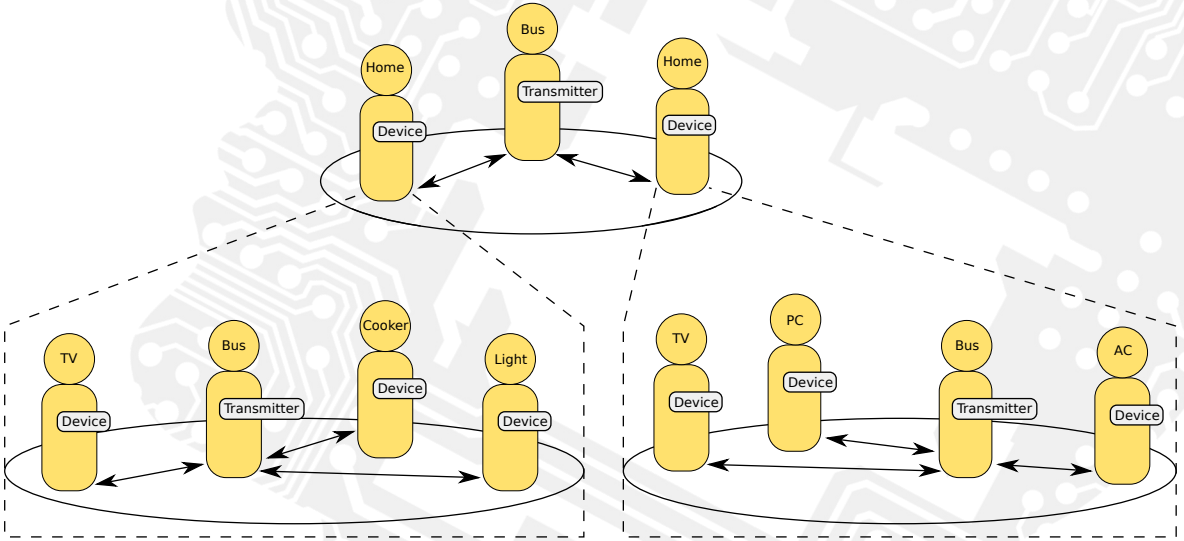


Extrait de [1]

Passage à l'échelle

- Modélisation holonique
  - Holon=entité auto-similaire composée de holons
- Multi-niveaux
- Simultanéité des niveaux

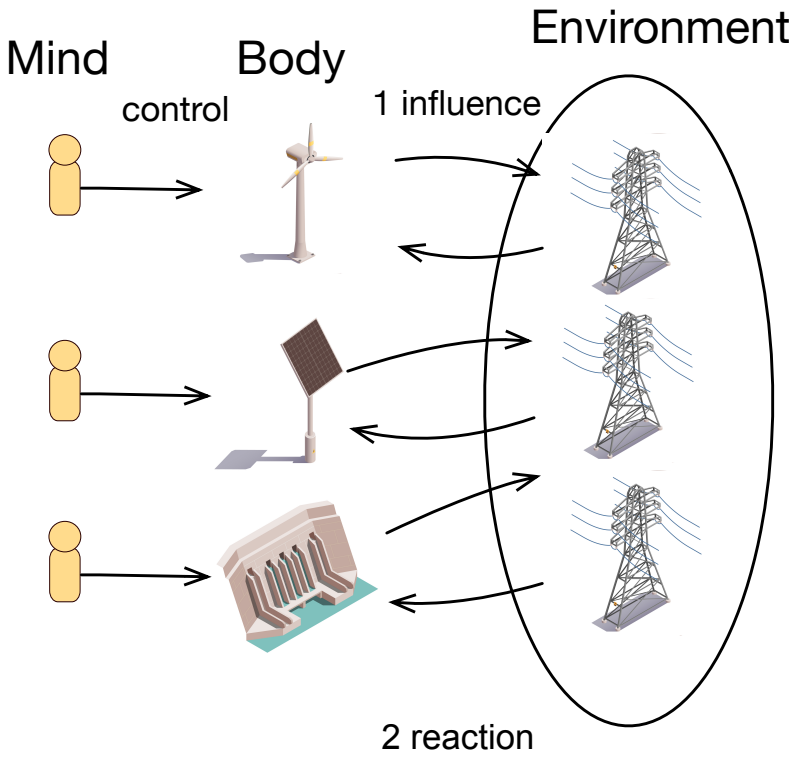
Modèle issu de [1]

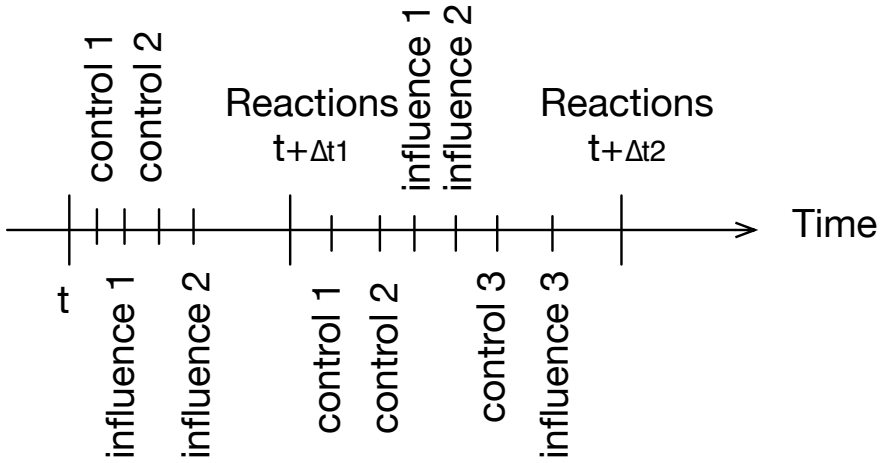


Synchronisation

- Modèle influences/réactions
  - Chaque agent émet des influences
  - La combinaison des influences produit les réactions
- Séparation du modèle physique et du modèle de raisonnement
  - Esprit = contrôle
  - Corps = contraintes physiques
- Environnement situé pour localiser influences/réactions
- Ordonnancement

Contrôle


Mind
Body
Environment
control
1 influence
2 reaction


control 1
control 2
Reactions
t+Δt1
influence 1
influence 2
Reactions
t+Δt2
Time
t
influence 1
influence 2
control 1
control 2
control 3
influence 3

Conclusions

Simulateur :

- Fiable (comparable à l'état de l'art)

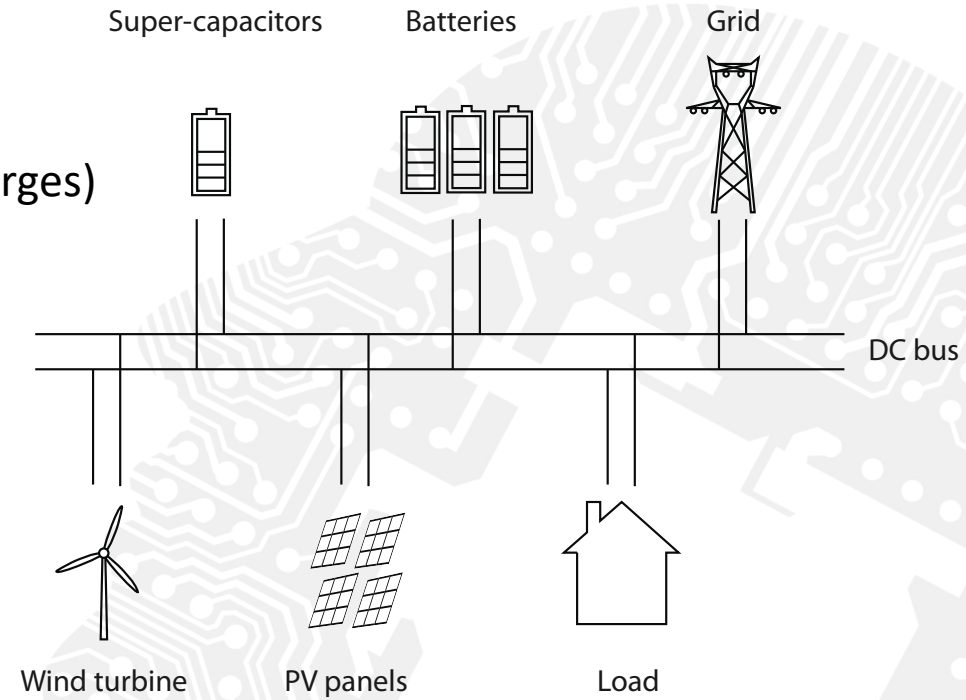
- Flexible
  - Ajout/retrait d'agents dynamique
  - Possibilité définition nouveaux types d'agents

- Passage à l'échelle
  - Architecture distribuable & parallélisable
  - Gestion du temps efficace

Apprentissage artificiel & rationalité

Contexte : Gestion des flux dans un micro-réseau

- Le contexte
  - De plus en plus de sources renouvelables
  - Des comportements aléatoires (sources et charges)
  - Un besoin de stabilité
- Exemples
  - Micro-grids
  - Iles
  - Zones isolées



Extrait de [2]

Modèles

- $V_{dc}^{min} \leq V_{dc}(t) \leq V_{dc}^{max}$ condition de stabilité du voltage

Le courant doit respecter une certaine stabilité

- $I_{dc}(t) = -C \frac{dV_{dc}(t)}{dt}$

Le bus est représenté par une capacité

- $\sum_k I_k(t) = \sum_{a=1}^{s} I_a(t) + \sum_{b=1}^{l} I_b(t) + \sum_{c=1}^{r} I_r$ (t)+$I_{grid}(t) + I_{dc}(t)$=0 loi de Kirchhoff

La somme des intensités est nulle (loi des nœuds)

Apprentissage mono agent ou centralisé

- Mono-agent
  - Principe des machines de Markov
  - $M = (X, U, f, \rho, \mathrm{T}, \gamma)$
    - X est l'ensemble des états perceptibles
    - U est l'ensemble des actions possibles (relativement aux états)
    - f est la fonction de transition
    - ρ est la fonction de récompense
    - T représente le temps (de manière discrète)
    - γ est le facteur d'actualisation $\gamma \in [0,1[$
  - L'intuition est de maximiser une stratégie de comportement sur le long terme
  - Les problèmes
    - Ensemble des états perceptibles exponentiels
    - Difficile à définir si on ne connait pas/maîtrise pas les entités
    - Idem pour la fonction de transition et la fonction de récompense

Apprentissage distribué/multi-agents

- Définition de groupes d'agents
  - Apprentissage d'une stratégie
  - Sorte de classe d'équivalence
  - Utilisable pour de nouveaux agents
- Discrétisation du temps
- Espace d'états
  - Demande en énergie
  - Courant
  - Etat de charge des batteries/super-capacités
  - Actions : stockage ou délivrance énergie
  - Récompenses définies par les variations de courant
  - Apprentissage d'une approximation de la stratégie pour chaque agent

Approximation des transitions

- Technique du Q-Learning
  - Evite de connaitre f (transitions)
  - Algorithme sans modèle

- Approximation/apprentissage
  - Le système apprend les valeurs pour les couples (état,action)
  - Initialement les actions sont aléatoires
  - Différentes stratégies existent ensuite ε-greedy, Softmax, … pour équilibrer exploration et exploitation

Conclusions

- Contrôle distribué d'un micro-réseau
  - Chaque agent est autonome
- Apprentissage distribué
  - Un comportement par type d'agent
  - Connaissances limitées
- Efficacité augmente avec le nombre d'agents

Quelques exemples d'IA hybrides et explicables

Interactions Humains/IA

Contexte

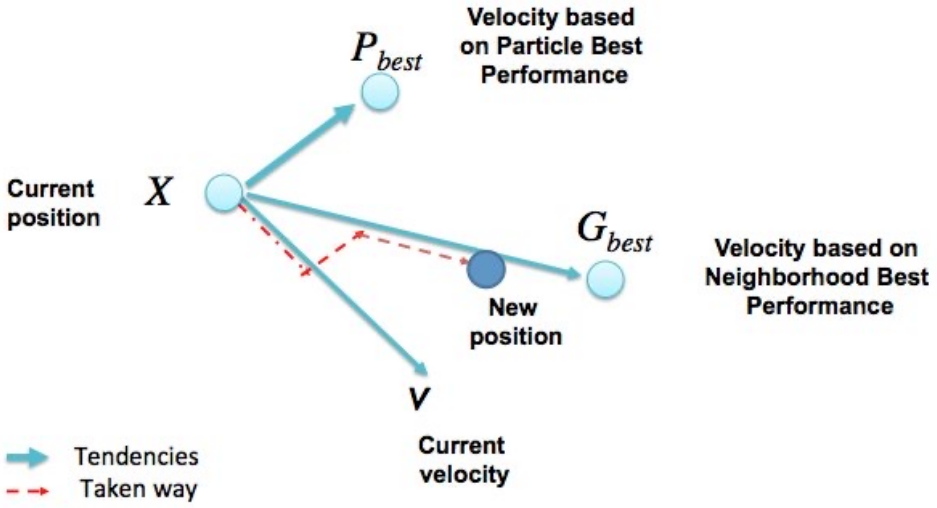
- Les techniques d'IA sont fréquemment « boites noires »
- Les productions/raisonnements restent difficiles à interpréter
- Les résultats dits « erreurs » ne sont pas justifiés
- L'usage nécessite une forme de « confiance »
- Une approche consiste à hybrider IA et humains

IA Hybride : interaction humains/IA

- Search and Rescue problem
  - Exploration d'une zone par des drones
  - Recherche de victimes
  - Temps/ressources contraints

- Technique PSO
  - Essaim de particules
  - Déplacements coordonnés localement

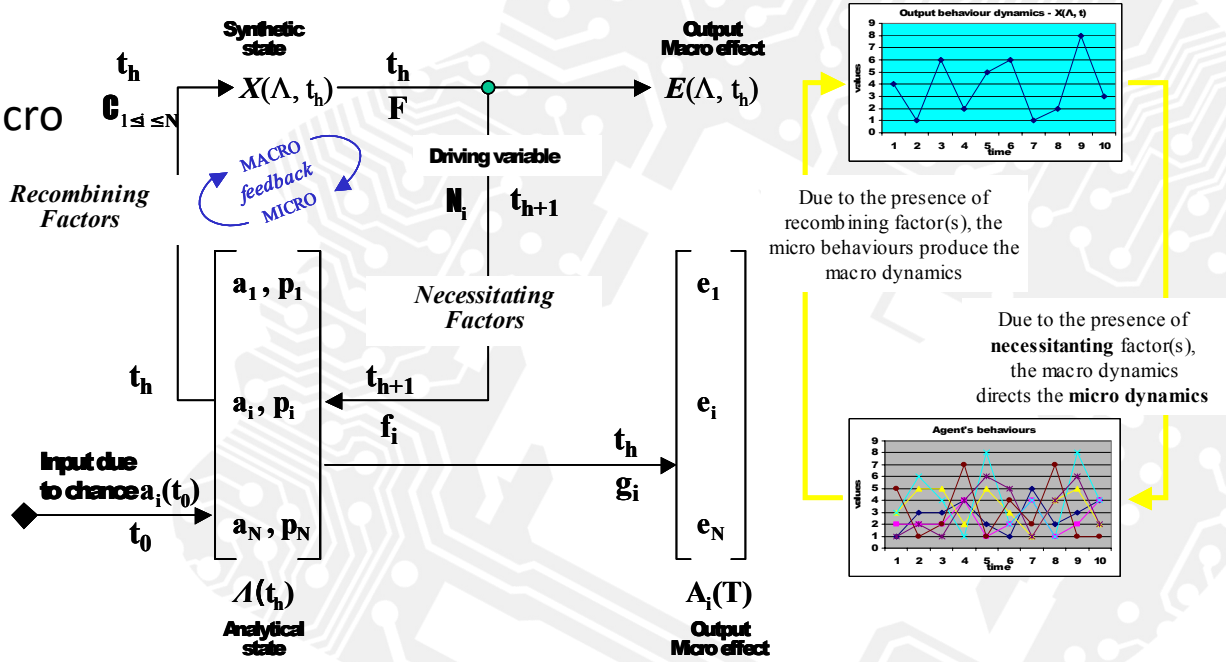
PSO inspiration [3]



Principes PSO [4]

IA Hybride : boucles de rétro-action

- Systèmes combinatoires
- Deux niveaux de système
- Interaction via les états micro et macro



L'automate combinatoire [5]

IA Hybride et boucles de rétro-action : principes

- Les techniques d'IA produisent des résultats dans certains contextes
  - Les contextes sont parfois difficiles à définir
  - Les principes de ces méthodes ne sont pas faciles à modifier
- Intuition = contrôle partiel de l'IA par l'humain
- Utilisation des boucles de rétro-action
  - Niveau macro=humain
  - Niveau micro=IA
- Travaux détaillés dans [6] et [7]

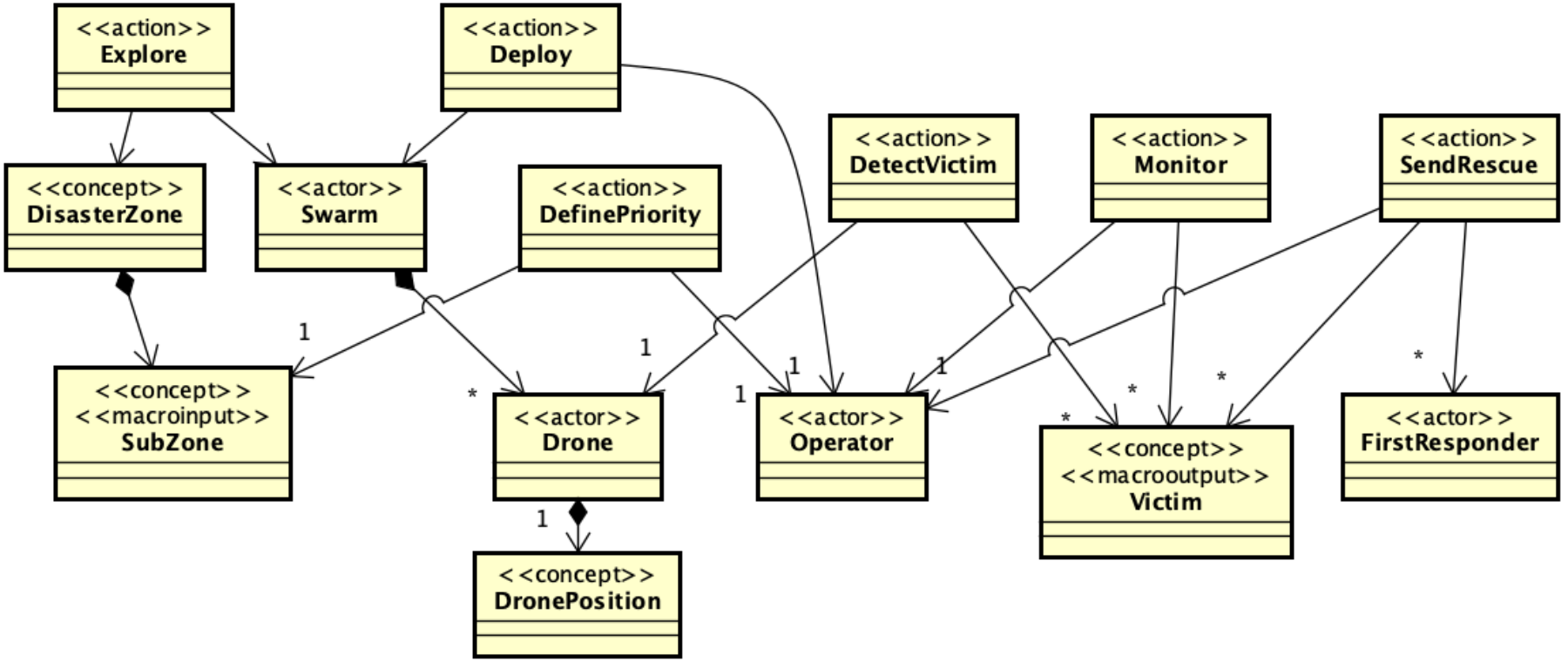
Modélisation ontologique du/des domaines

- Identification :
  - des concepts
  - des relations
  - des actions

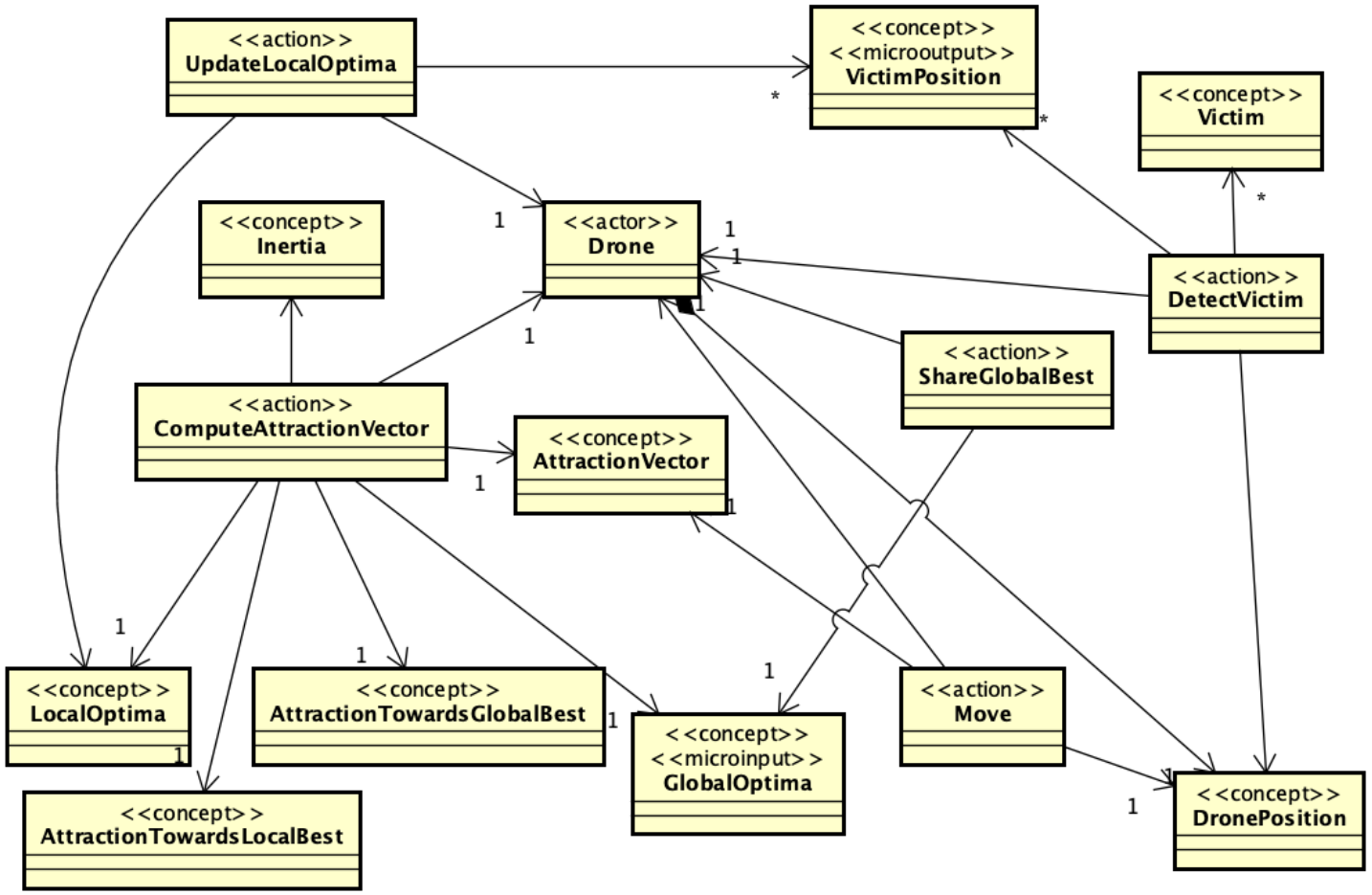
- Chaque niveau est décrit par une ontologie

- Mise en correspondance des niveaux :
  - Etats caractéristiques (micro et macro)
  - Facteur de nécessitation : macro → micro
  - Facteur de recombinaison : micro → macro

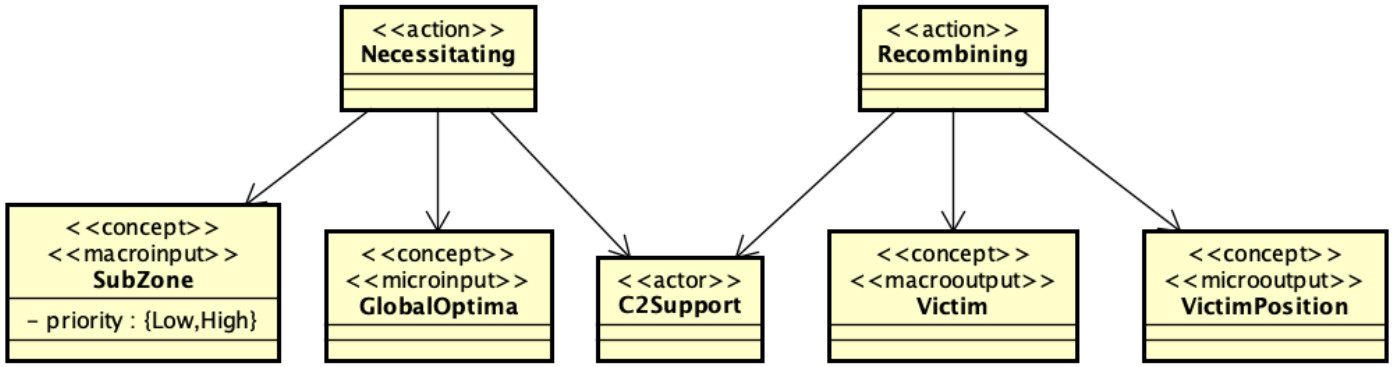
IA Hybride : ontologie niveau macro



IA Hybride : ontologie niveau micro

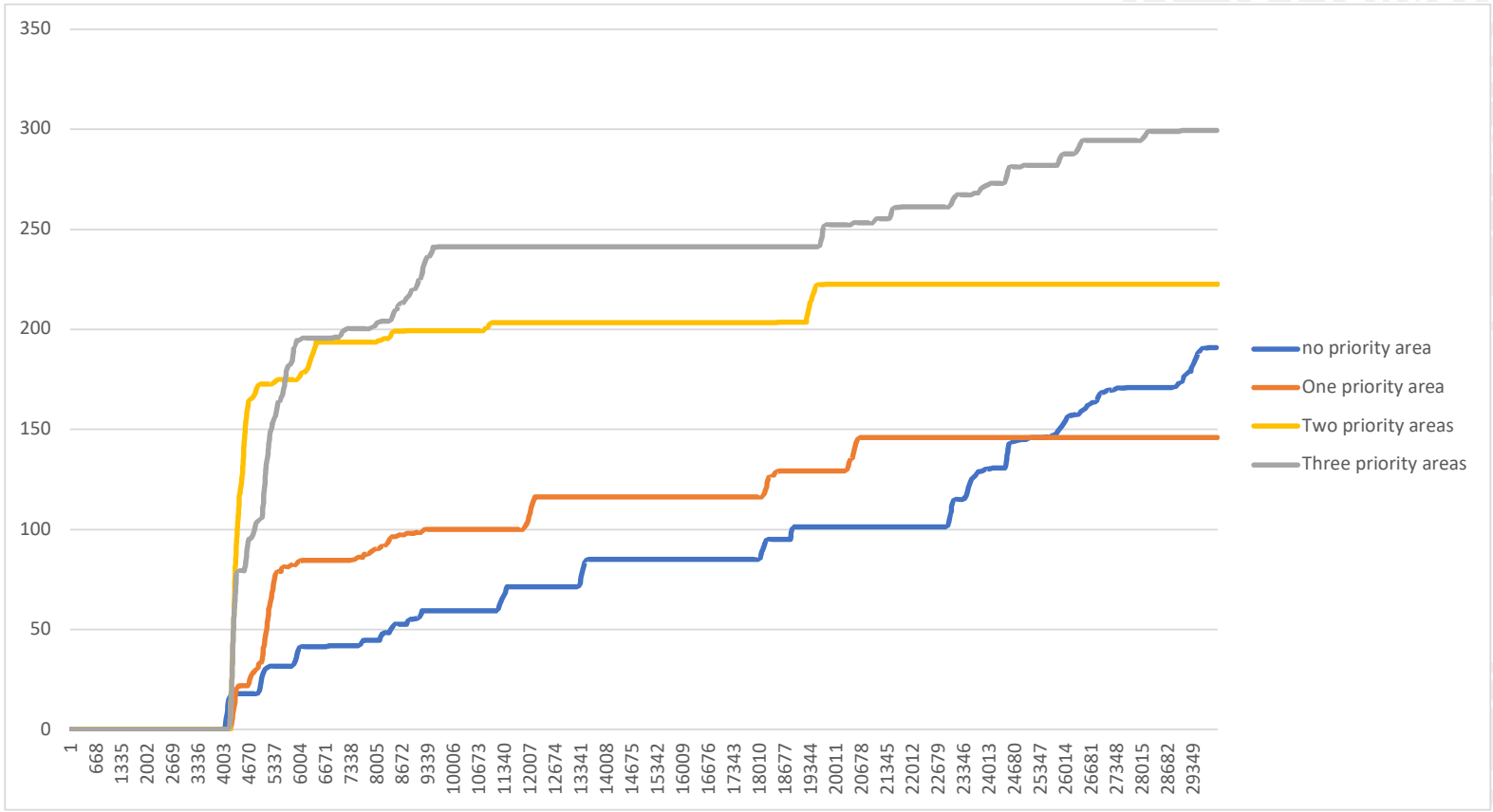


- Facteur de nécessitation :
  - Priorisation des zones
  - Optimum global
- Facteur de recombinaison :
  - Victimes identifiées
  - Positions des victimes



IA Hybride : interaction humains/IA

- Simulation avec 300 victimes
- Variations avec 0,1,2 et 3 zones prioritaires



Conclusions

- Modélisation des connaissances expertes/humaines
- Amélioration des résultats produits par IA
- Interaction Humain/IA
- Forme d’explicabilité

Quelques exemples d'IA hybrides et explicables

Interactions Deep Learning/Ontologies

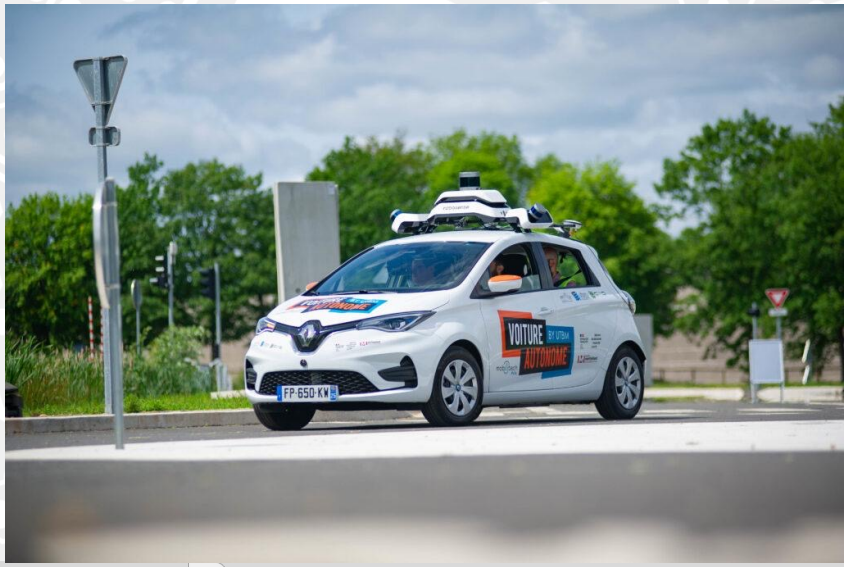
Contexte : Apprentissage profond

- Deep Learning :
  - Résultats très prometteurs
  - Temps d'apprentissage potentiellement long
  - Ressources en données et calculs importantes
  - Boite noire

- Challenges :
  - Comment améliorer les résultats (qualité) ?
  - Comment réduire le temps d'apprentissage ?
  - Comment diminuer les données et puissance de calcul requises ?
  - Comment introduire une forme d'explicabilité ?

Cas d'application : véhicules autonomes

- Contexte : ADAS systems
- Capteurs embarqués
- Perception et analyse de l'environnement du véhicule
- Challenges : environnements complexes, dynamiques, temps contraint, risque élevé



IA Hybride : Deep learning et ontologie

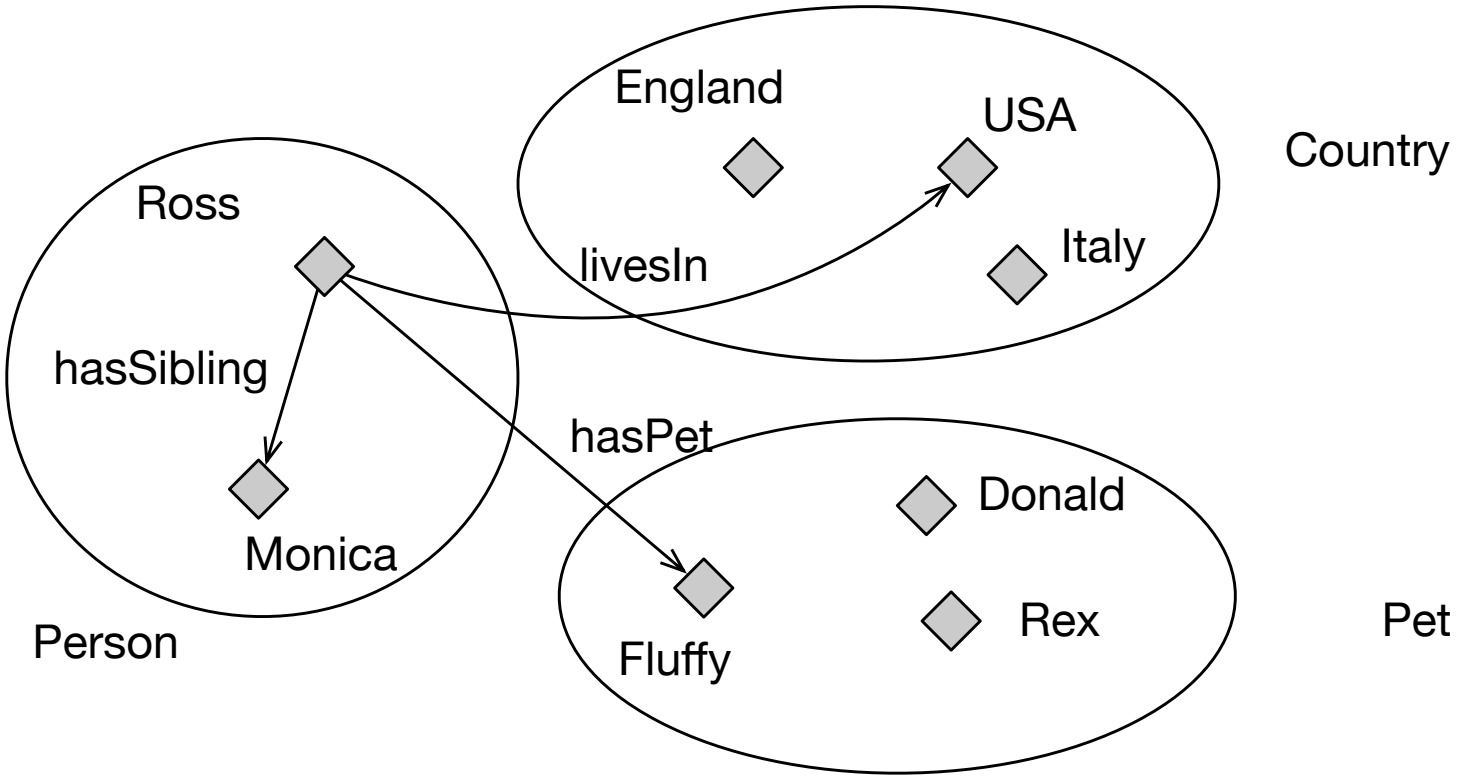
- Le principe du DL :
  - Apprentissage d'un réseau de neurones
  - A partir d'un grand nombre d'exemples
  - Décomposition des paramètres sur de multiples couches

- Dépendance de la qualité des exemples :
  - Nombre
  - Représentativité

- Les connaissances humaines (expertes) absentes → est-ce que l'utilisation d'expertise(s) humaine pourrait aider à résoudre les challenges identifiés ?

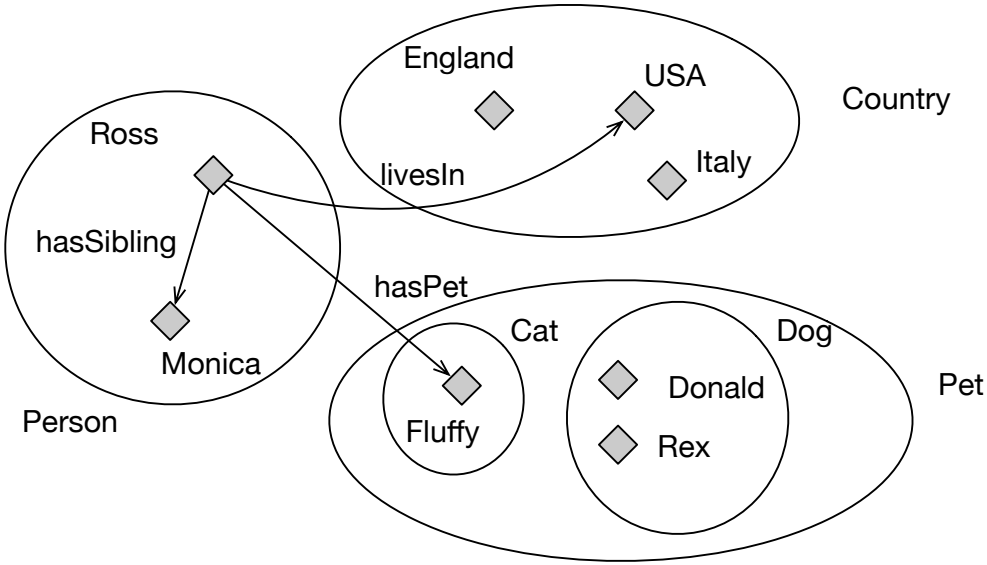
IA Hybride : logiques de description

- Principe des logiques de description
  - Théorie logique (outils mathématiques/raisonnements)
  - Conceptualisation (modèle d'un domaine)
- OWL (Ontology Web Language)
  - Concepts
  - Relations
  - Individus

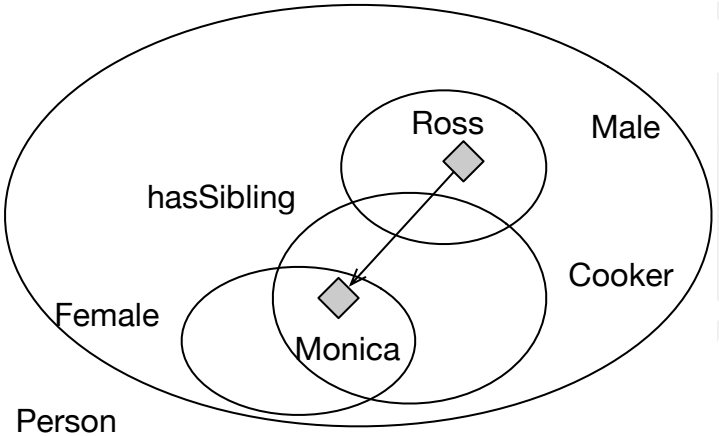


IA Hybrides : logiques de description

- Spécialisation des concepts

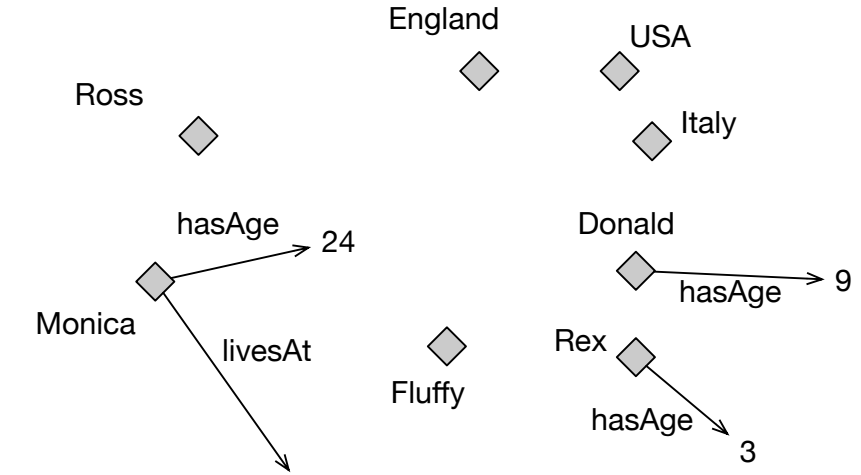


- Intersections possibles

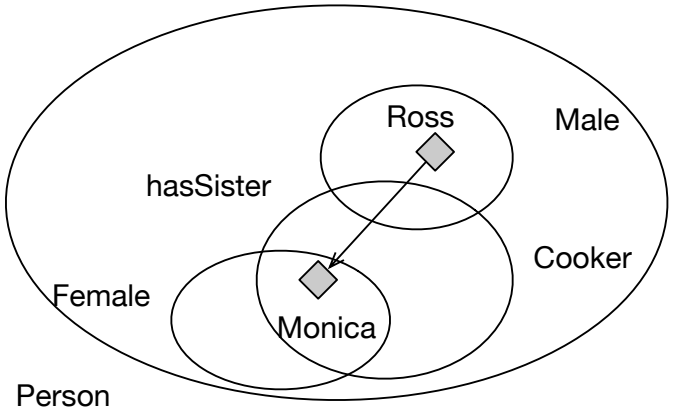


IA Hybride : logiques de description

- Données :
  - Tout n'est pas concept
  - Un concept peut-être caractérisé



- Spécialisation des relations
  - hasSister est spécialisé vs hasSibling
  - D'autres propriétés sont possibles !



Représentation des connaissances : règles

- Outillages supportés :
  - Classification automatique
  - Requête
  - Raisonnement automatique
  - Détection d'inconsistance

- Connaissances de type règle :
  - Les fils d'une sœur sont des neveux

  Personne(?x) ^ hasSister (?x,?y) ^ hasSon(?y,?z) -> hasNephew(?x,?z)

Exemple 1 : évaluation de la profondeur

- Problème classique en vision par ordinateur

- Le cerveau humain utilise 2 yeux et un apprentissage !

- Quelques intuitions :

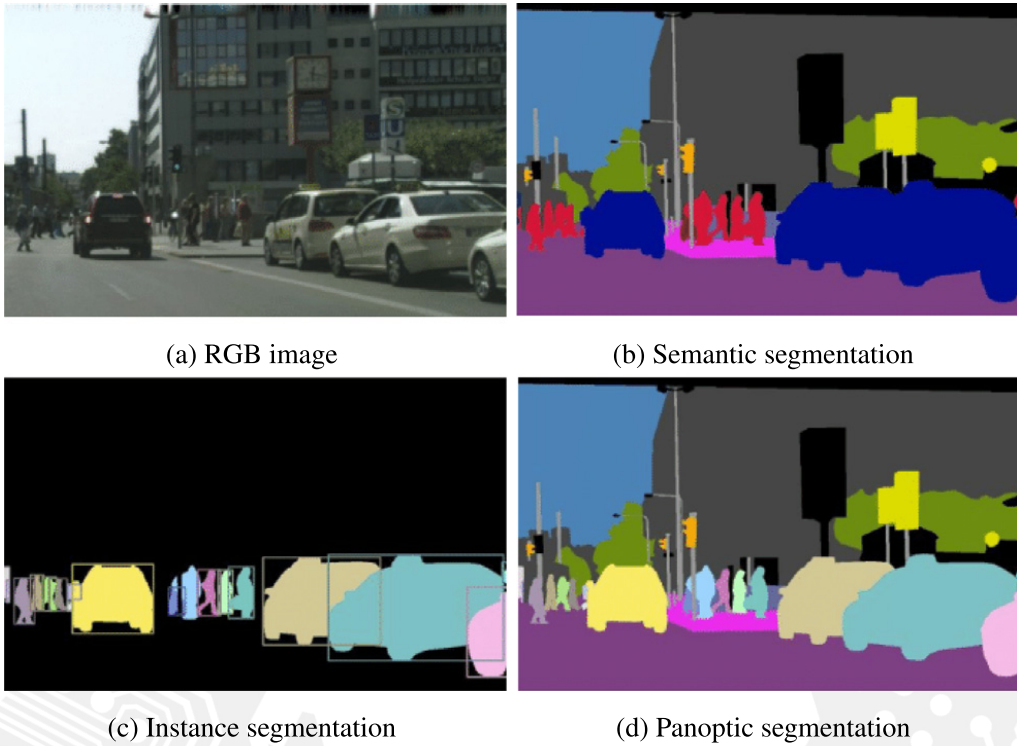
SideWalk(?s) ∧ Road(?r) ∧ hasWidth(?s,?a) ∧ hasWidth(?r,?b) ∧ swrlb:add(?x,?a,?b) ∧ swrlb:divide(?d,?x,2)-> hasCenterRoadDistance(?s,?d)

« Si un camion apparait de petite dimension, il doit être loin »

- Travaux détaillés dans [8]

Exemple 2 : vision panoptique

- Vision par caméras RGB
- Approche dite panoptique (sémantique + instances)
- Tâche difficile :
  - Occlusions
  - Scènes complexes
- Travaux détaillés dans [9] et [10]

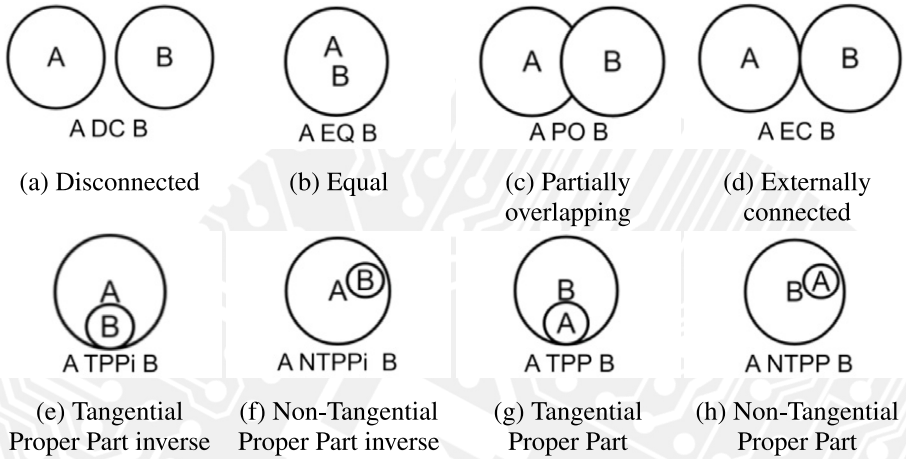


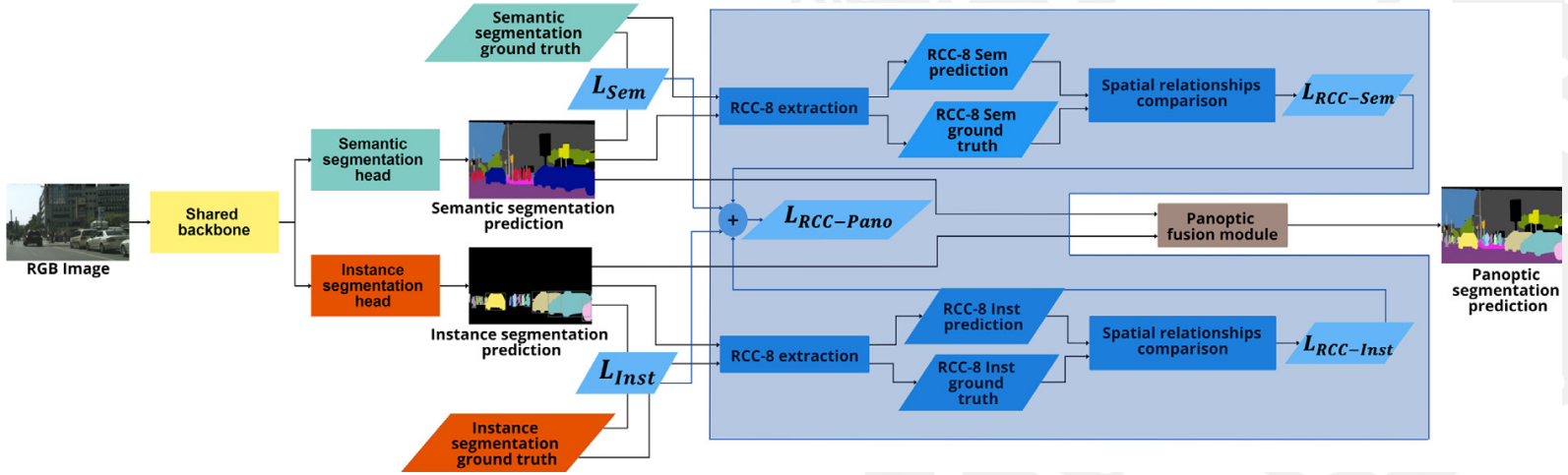
(a) RGB image (b) Semantic segmentation

(c) Instance segmentation (d) Panoptic segmentation

IA Hybride : interaction Deep Learning/Ontologies

- Point de départ : images
- Description logique des connaissances du domaine et d'occlusion
- « un corps humain est généralement associé à une paire de jambes »





Conclusions

- Approche hybride
  - Dite Neuro-symbolique
  - Combinaison d'avantages
- Explicabilité
  - Traçabilité des règles déclenchées
  - Connaissances humaines
- Résultats améliorés

Conclusions

Conclusions

- L'IA reste un ensemble de techniques et d'approches
- Chaque approche vise un ensemble de problématiques et le taux de réussite/satisfaction est rarement de 100%
- Les pistes présentées permettent : d'améliorer les résultats des méthodes existantes et d'introduire un facteur d'explicabilité

QUESTIONS ?

Références bibliographiques

[1] BASSO, G., HILAIRE, V., LAURI, F., ROCHE, R. and COSSENTINO, M., A MAS-based simulator for the prototyping of Smart Grids ., 9th European Workshop on Multiagent Systems (EUMAS11), 2011

[2] LAURI, F., BASSO, G., ZHU, J., ROCHE, R., HILAIRE, V. and KOUKAM, A., Managing Power Flows in Microgrids Using Multi-Agent Reinforcement Learning ., Agent Technologies for Energy Systems (ATES), 2013

[3] Particle Swarm Optimization, Natnael Tilahun, https://fr.slideshare.net/slideshow/particle-swarm-optimizationpptx/251796702

[4] M Zemzami *et al* 2017 *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* **205** 012032

[5] Piero Mella, The Combinatory systems Theory, Springer Nature

[6] BASSO, G., COSSENTINO, M., HILAIRE, V., LAURI, F., RODRIGUEZ, S. and SEIDITA, V., Engineering multi-agent systems using feedback loops and holarchies , Engineering Applications of Artificial Intelligence 55, 14-25., 2016.

[7] RODRIGUEZ, S. and HILAIRE, V., A methodological approach for the analysis and design of Human-Swarm interactions based upon feedback loops, Expert Systems with Applications, 119482., 2023.

[8] BENKIRANE, F. E., CROMBEZ, N., RUICHEK, Y. and HILAIRE, V. Integration of ontology reasoning-based monocular cues in deep learning modeling for single image depth estimation in urban driving scenarios. Knowledge Based Systems, 260: 110184 (2023).

[9] Benkirane, F.E., Crombez, N., Hilaire, V., Ruichek, Y., 2024. Hybrid AI for panoptic segmentation: An informed deep learning approach with integration of prior spatial relationships knowledge. Computer Vision and Image Understanding 240, 103909. https://doi.org/10.1016/j.cviu.2023.103909.

[10] Benkirane, F.E., Crombez, N., Hilaire, V., Ruichek, Y., 2024. Spatial relationships knowledge integration in deep learning modeling for panoptic segmentation in urban driving scenarios. Presented at the Technological Systems, Sustainability and Safety, Paris, France.

Travaux concernant les smart grids

- BASSO, G., GAUD, N., GECHTER, F., HILAIRE, V. and LAURI, F., A Framework for Qualifying and Evaluating Smart Grids Approaches: Focus on Multi-Agent Technologies , Smart Grid and Renewable Energy 4(4)., 2013
- ZHU, J., LAURI, F., KOUKAM, A., HILAIRE, V., LIN, Y. and LIU, Y., A hybrid intelligent control based cyber-physical system for thermal comfort in smart homes , Int. J. Ad Hoc Ubiquitous Comput. 30(4), 199--214., 2019.
- CIRRINCIONE, M., COSSENTINO, M., GAGLIO, S., HILAIRE, V., KOUKAM, A., PUCCI, M., SABATUCCI, L. and VITALE, G., Intelligent Energy Management System ., Proceedings of the IEEE indin conference, 2009
- ROCHE, R., BLUNIER, B., MIRAOUI, A., HILAIRE, V. and KOUKAM, A., Multi-agent systems for grid energy management: A short review , 3341 - 3346., IECON 2010 - 36th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, 2010
- BASSO, G., HILAIRE, V., LAURI, F., ROCHE, R. and COSSENTINO, M., A MAS-based simulator for the prototyping of Smart Grids ., 9th European Workshop on Multiagent Systems (EUMAS11), 2011
- LAURI, F., BASSO, G., ZHU, J., ROCHE, R., HILAIRE, V. and KOUKAM, A., Managing Power Flows in Microgrids Using Multi-Agent Reinforcement Learning ., Agent Technologies for Energy Systems (ATES), 2013

Travaux concernant la gestion du confort

- ZHU, J., LAURI, F., KOUKAM, A., HILAIRE, V. and SIMÕES, M. G., Improving Thermal Comfort in Residential Buildings using Artificial Immune Systems ., Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing, 2013
- ZHU, J., LAURI, F., KOUKAM, A. and HILAIRE, V., Fuzzy Logic Control Optimized by Artificial Immune System for Building Thermal Condition ., International Conference on Swarm Intelligence Based Optimization, 2014
- ZHU, J., LAURI, F., KOUKAM, A. and HILAIRE, V., Improving Thermal Comfort in Smart Buildings by an Artificial Immune System ., 3emes Journées des Jeunes Chercheurs de l'UTBM (IngeDoc 2014), UTBM Press, 2014
- ZHU, J., LAURI, F., KOUKAM, A. and HILAIRE, V., Managing Ventilation Systems for Improving User Comfort in Smart Buildings using Reinforcement Learning Agents ., European Conference on Machine Learning and Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases, PhD Session, 2014

Travaux concernant l'IA Hybride Humain/IA

- BASSO, G., COSSENTINO, M., HILAIRE, V., LAURI, F., RODRIGUEZ, S. and SEIDITA, V., Engineering multi-agent systems using feedback loops and holarchies , Engineering Applications of Artificial Intelligence 55, 14-25., 2016.
- RODRIGUEZ, S. and HILAIRE, V., A methodological approach for the analysis and design of Human-Swarm interactions based upon feedback loops, Expert Systems with Applications, 119482., 2023.

Travaux concernant l'IA Hybride neuro-symbolique

- BENKIRANE, F. E., CROMBEZ, N., RUICHEK, Y. and HILAIRE, V. Integration of ontology reasoning-based monocular cues in deep learning modeling for single image depth estimation in urban driving scenarios. Knowledge Based Systems, 260: 110184 (2023).
- Benkirane, F.E., Crombez, N., Hilaire, V., Ruichek, Y., 2024. Hybrid AI for panoptic segmentation: An informed deep learning approach with integration of prior spatial relationships knowledge. Computer Vision and Image Understanding 240, 103909. https://doi.org/10.1016/j.cviu.2023.103909.
- Benkirane, F.E., Crombez, N., Hilaire, V., Ruichek, Y., 2024. Spatial relationships knowledge integration in deep learning modeling for panoptic segmentation in urban driving scenarios. Presented at the Technological Systems, Sustainability and Safety, Paris, France.
- Fatima Ezzahra Benkirane, Nathan Crombez, Vincent Hilaire, Yassine Ruichek: Depth Estimation Using Deep Learning Guided By Ontology Reasoning-Based Monocular Cues. IECON 2022: 1-6

CIAD
CONNAISSANCE & INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DISTRIBUÉES

Vers une méthode et des outils

Méthodologie ASPECS

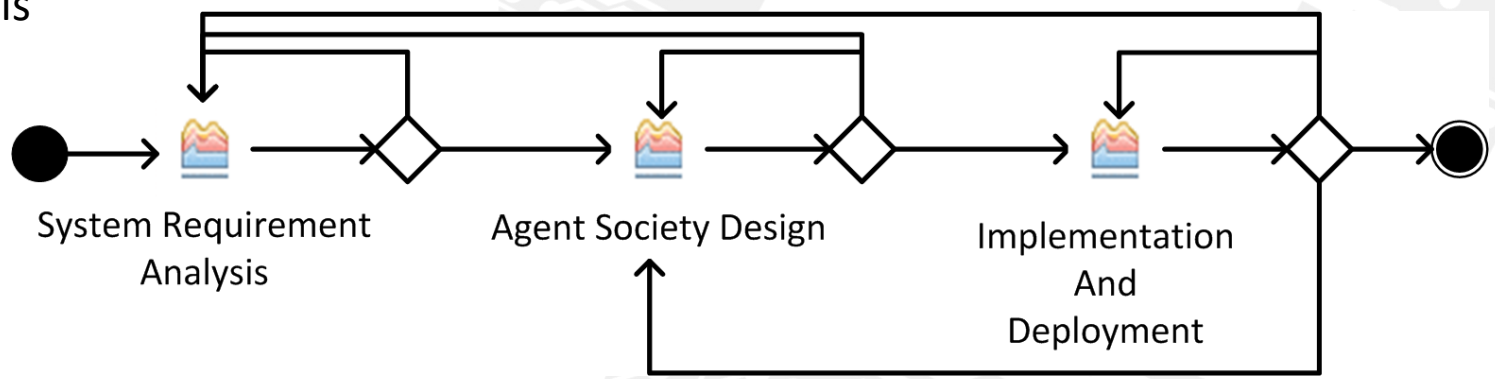
ASPECS

- Les systèmes d'IA restent difficiles à concevoir
- Les méthodes et outils peu nombreux
- Comment faciliter l'ingénierie de tels systèmes ?
  - Processus méthodologique
  - Plateforme de déploiement
- Comment intégrer les éléments vus auparavant ?
  - Apprentissage
  - Explicabilité
  - Passage à l'échelle
  - …

- Processus itératif en 3 phases
  - Analyse, conception & implémentation
  - Concepts IAD/agents

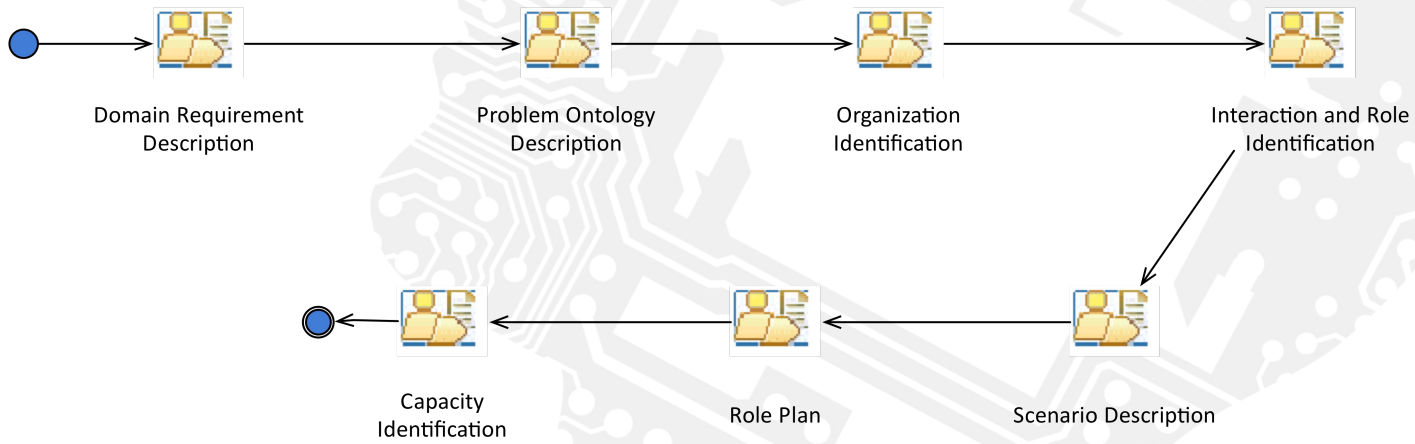
- Conçu selon les principes SME
  - Démarche personnalisée/paramétrée
  - Lego méthodologique

- Approche basée sur l'IDM
  - Méta-modèles/transformations
  - Modèles organisationnels



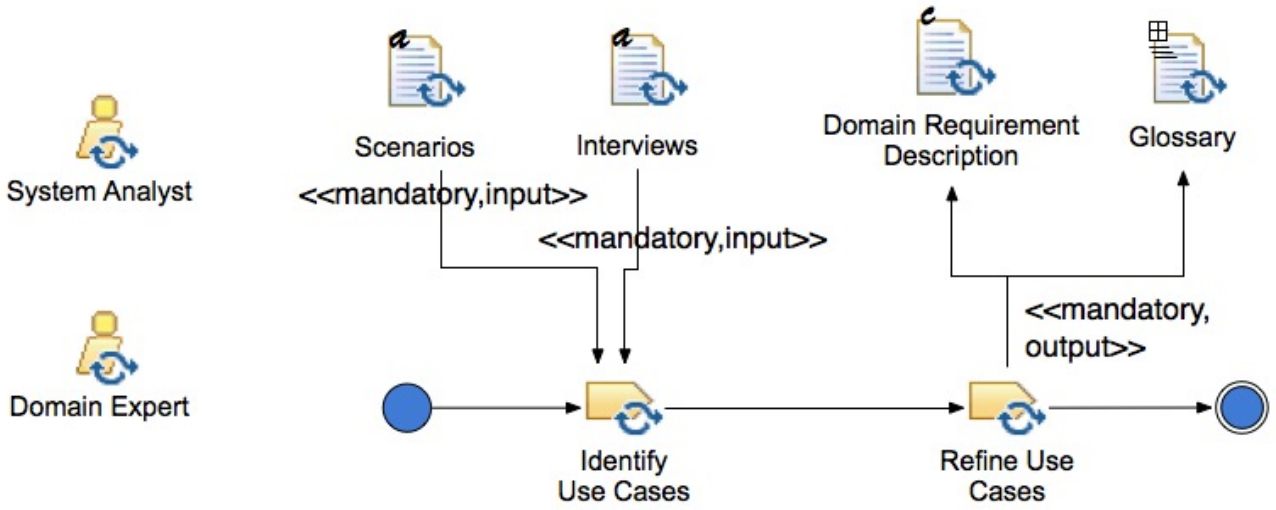
Analyse des exigences

- Définition des exigences
  - L'IA ne dispense pas l'analyse !
  - Un système doit satisfaire des besoins
- Modélisation du domaine traité
  - De quoi parle-t' on ?
- Solutions en termes organisationnels



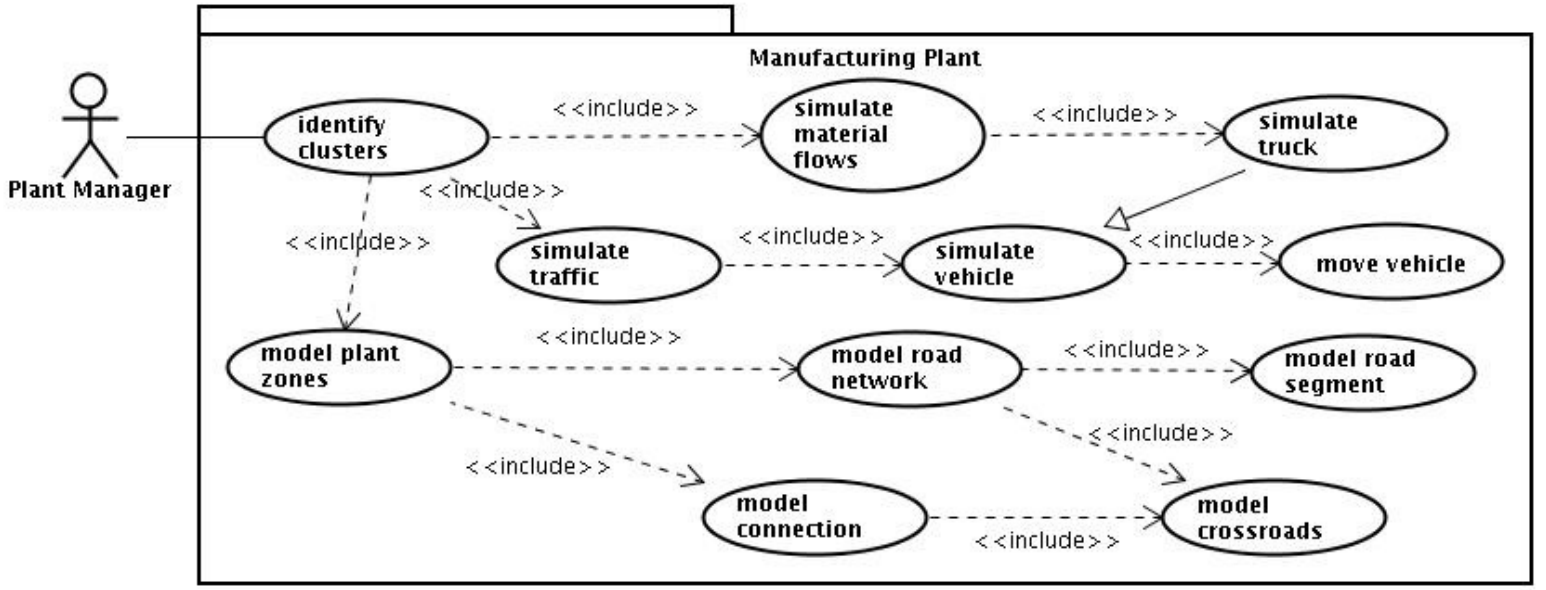
Focus exigences : cas d'utilisation

- Besoins exprimés par des cas d'utilisation
- Démarche classique en informatique
- Adaptée pour systèmes en interactions fortes avec humains



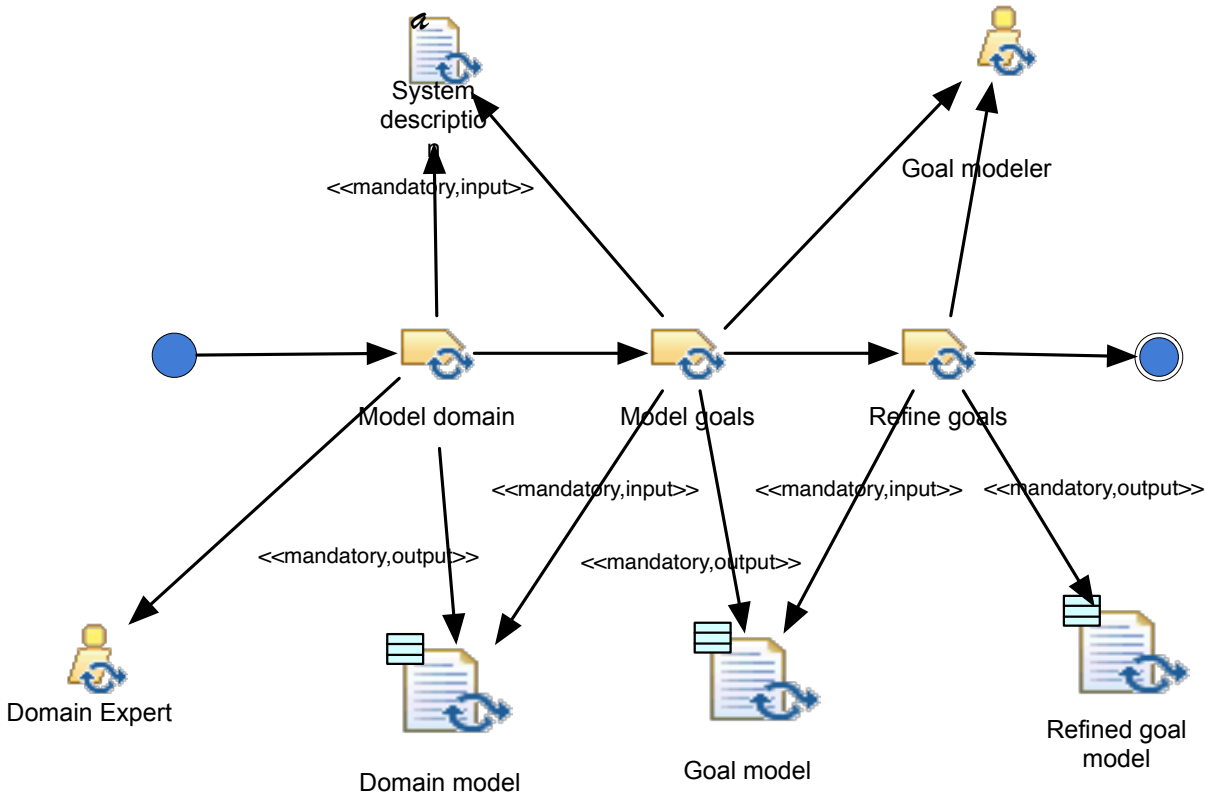
Exemple Simulation de site industriel

- Gros site industriel
- Multiples bâtiments
- Flux de transports intra/extra site



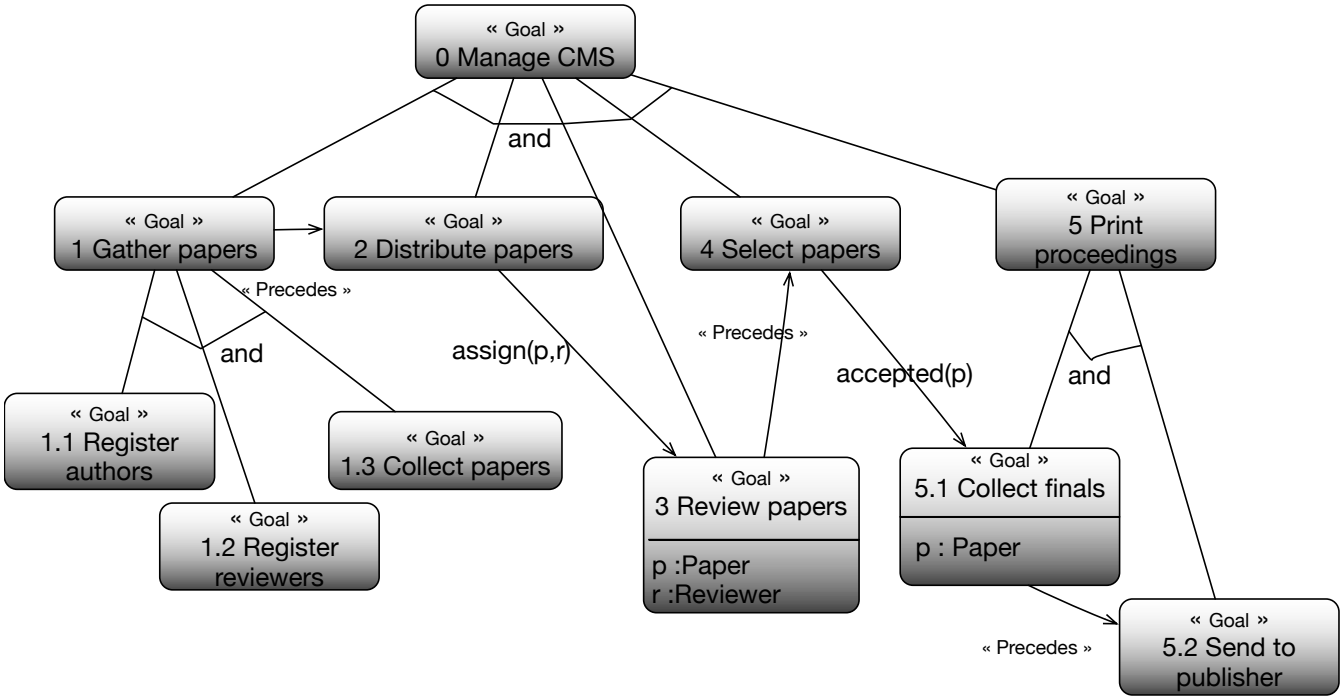
Focus exigences : modèle de Buts

- Besoins exprimés sous forme de buts à atteindre
- Relations entre buts (arborescence)
- Modèle classique de l'IA



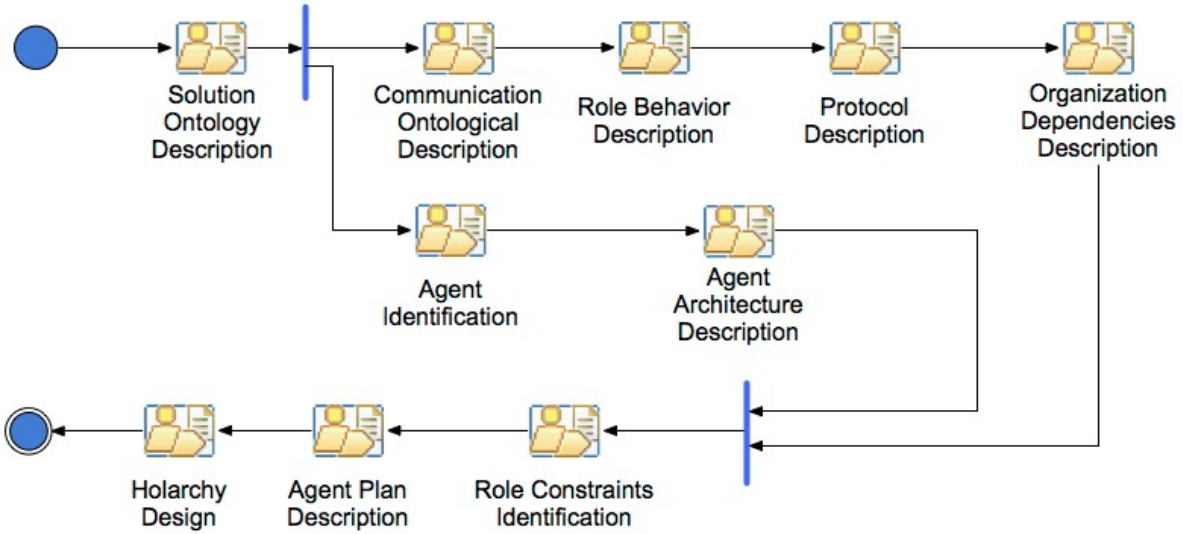
Exemple Système de gestion de conférences

- Acteurs multiples
- Contraintes d'organisations
- Tâches répétitives/fastidieuses



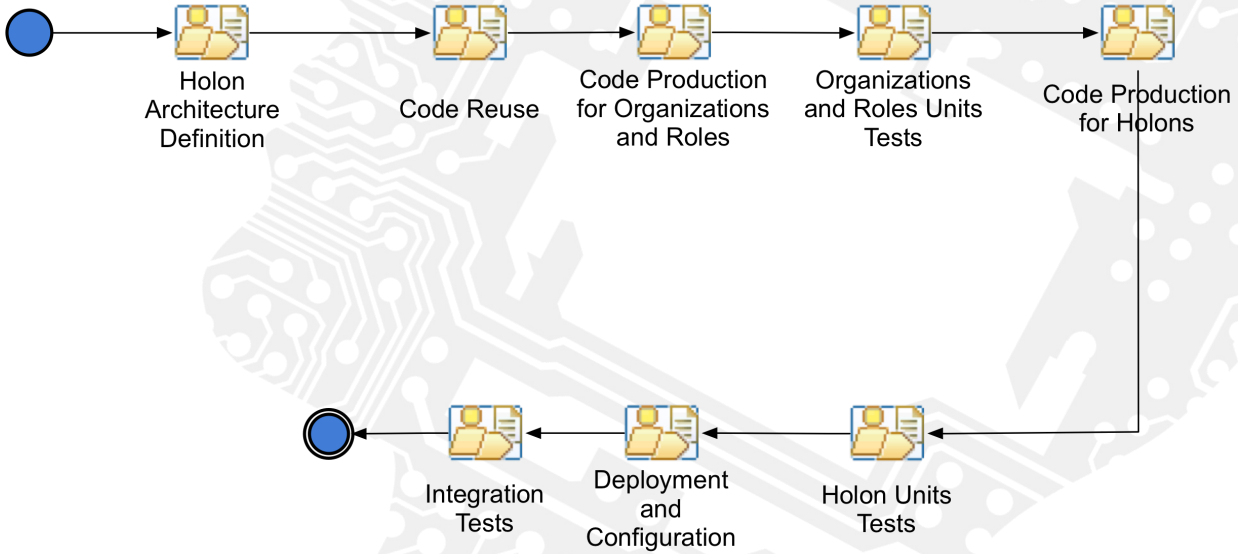
ASPECS : Agentification

- Modélisation spécifique
- Interactions : définition & comportements
- Définition de l'organisation/la holarchie



ASPECS : Implémentation

- Choix d'une plateforme
- Implémentation des précédents modèles
- Tests & déploiement



Vers un langage orienté agents

SARL

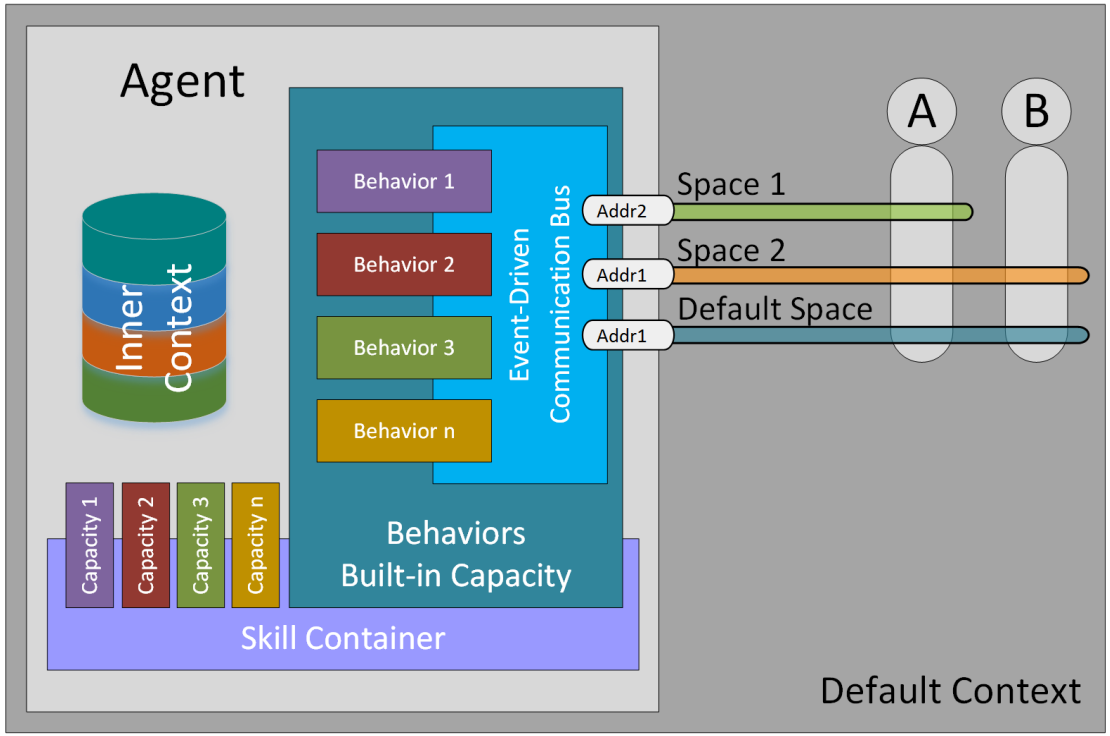
SARL : le contexte

- Nécessité d'un langage orienté agents
- Distribution & parallélisme
- Interactions événementielles
- Indépendant d'une plateforme de déploiement
- Ouvert & extensible
- Facile à prendre en main

SARL : éléments principaux

Un SMA est :

- Une collection d'agents
- Qui interagissent au sein d'espaces
  - Distribués
  - Partagés
- Un agent est caractérisé par :
  - Des capacités
  - Des compétences
  - Des espaces



SARL : les composantes des agents

- Une capacité est :
  - La spécification d'une collection d'actions
- Une action :
  - Est une spécification d'une transformation
  - Garantie des résultats connus
  - Est définie en termes de pré/post-conditions
- Une compétence est :
  - Une implémentation possible d'une capacité

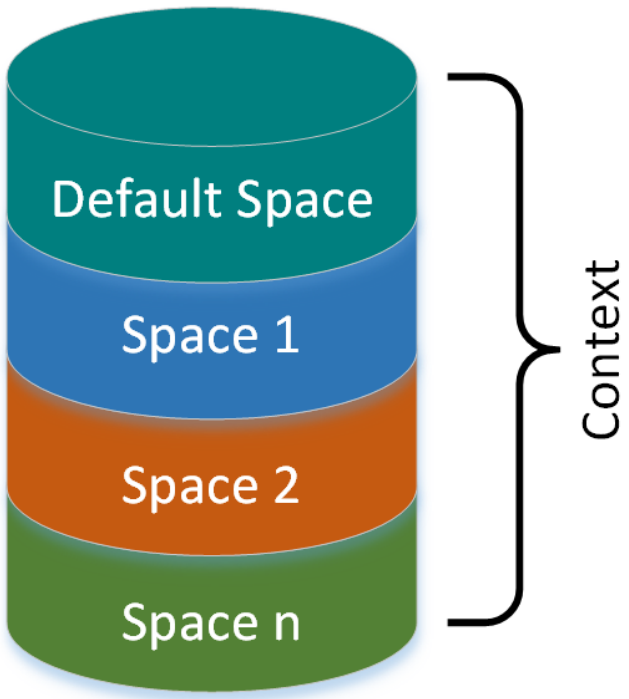
SARL : les contextes

Un contexte :

- Définit la frontière d'un sous-système
- Est une collection d'espaces
- Chaque context a un « Default space »
- Chaque agent a un « Default context »

Un espace :

- Est un support d'interactions
- Définit des règles pour ces interactions



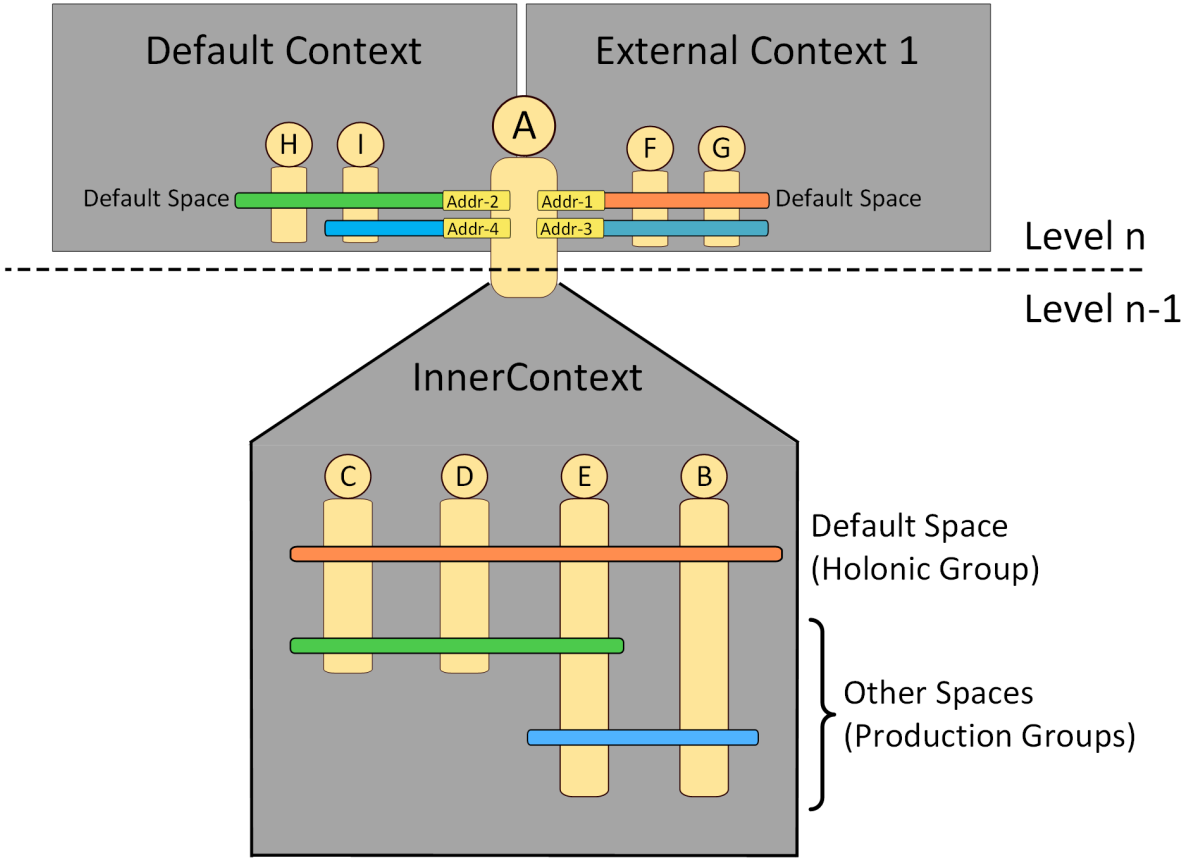
SARL : les visions agents

Chaque agent a :

- Un « default context »

- Un contexte externe
  - Vision holonique
  - Des agents peuvent appartenir à ce contexte

- Un contexte interne



SARL : Quelques exemples de code

```
agent BootAgent {
uses Logging
uses Lifecycle

on Initialize {
info("The agent was started.")
spawn(PongAgent)
spawn(PingAgent)
killMe
}
}
```

```
agent PingAgent {
uses Logging
uses DefaultContextInteractions


on Pong{
emit(new Ping(occurrence.index+1))
[it == occurrence.source]
info("Hello guys, I'am PingAgent with "+occurrence.index+1)
}

on Initialize {
info("The agent was started.")
emit(new Ping(0))
}

on Destroy {
info("The agent was stopped.")
}
}
```

Conclusions

- SARL = langage orienté agents
  - Concepts propres
  - Vision holonique
  - Programmation événementielle
- Codage simple
- Plateforme ouverte
- Plateforme optimisée & efficace
  - Distribution
  - Parallélisme
  - Disponible pour de multiples OS

CIAD
CONNAISSANCE & INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DISTRIBUÉES