

*Raisonnement basé sur l'expérience pour coopérer à la prise de décision*  
Une approche systémique

Alain Mille  
De l'approche systémique aux sciences cognitives  
16 mai 2003 Lyon  
Séminaire LEACM



FRE CNRS 2672 Université Claude Bernard Lyon1



---

---

---

---

---

---

---

---

## Plan de la présentation

- Vision systémique
- Approche « cognitiviste »
- PAD'IM : Aider la décision de l'opérateur en supervision industrielle : *une approche fondée sur la réutilisation de l'expérience concrète*
- Critique et généralisation de l'approche systémique pour la réutilisation et le partage d'expériences

De l'approche systémique aux sciences cognitives

2

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vision systémique

- Une démarche ancrée dans la théorie des systèmes complexes
  - Interaction / rétroaction
  - Globalité (tout ≠ somme(parties))
  - Organisation -> frontières
  - Complexité
    - Nombre de composants
    - Incertitude
    - Ordre / désordre

De l'approche systémique aux sciences cognitives

3

---

---

---

---

---

---

---

---

## Classification JL Le Moigne 3 strates / 9 niveaux

- Strate « Machine »
  - Pas d'adaptation tangible (tout est « machinal »)
- Strate « Vie »
  - Adaptation « vitale »
- Strate « Humain »
  - Libre arbitre !

---

---

---

---

---

---

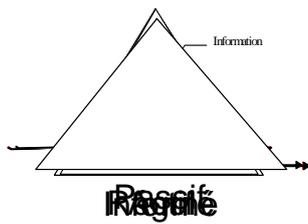
---

---

---

---

### Strate « machine »




---

---

---

---

---

---

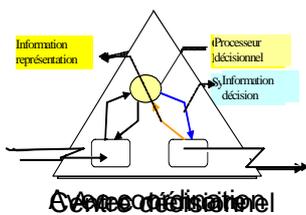
---

---

---

---

### Strate « vie »




---

---

---

---

---

---

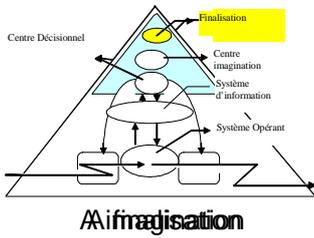
---

---

---

---

## Strate « humain »



Sociétés d'agents autonomes...

De l'approche systémique aux sciences cognitives

7

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Au départ, une approche « cognitiviste »

Comprendre, raisonner, trouver des solutions... [Richard 90]

- Activités cognitives orientées vers la réalisation de tâches.
  - > limitées aux activités mentales ici.
- mobilisant :
  - Des structures cognitives permanentes / *objets, situations, événements, séquence d'actions ayant fait l'objet d'une expérience singulière*
  - L'*élaboration* des décisions d'action
  - Les représentations, *structures cognitives transitoires* / attributs de signification et d'inférence
  - La production d'inférences / *à finalité de compréhension* / à finalité d'action
  - La *construction de connaissances et l'apprentissage*
  - La régulation et le contrôle d'activité

De l'approche systémique aux sciences cognitives

8

---

---

---

---

---

---

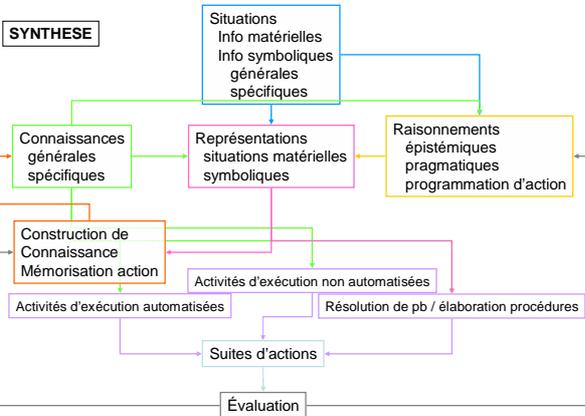
---

---

---

---

## SYNTHESE



De l'approche systémique aux sciences cognitives

9

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## PAD'IM

### Poste d'Aide à la Décision IMMédiate

- Système de supervision
  - capable *d'exploiter* la connaissance disponible sur le système supervisé
  - Capable de *capitaliser* l'expérience des opérateurs
- pour *coopérer* en temps réel avec les opérateurs dans l'établissement d'environnements de supervision adéquats

---

---

---

---

---

---

---

---

AIDER la décision "immédiate" pour comprendre une situation

- La tâche générale de l'opérateur est :
  - Maintenir un état sûr du système
  - Maintenir un état productif du système
- Et donc dans « l'immédiat »
  - Décider ce qui doit être disponible dans l'environnement de supervision :
    - Pour comprendre la situation
    - Pour agir sur l'environnement de supervision pour maintenir le système dans un état maîtrisé

---

---

---

---

---

---

---

---

Un scénario

**Utilisation du système**

**(à concevoir)**

**d'aide à la décision**

**en supervision**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Un exemple de situation...

Tableaux de bord



De l'approche systémique aux sciences cognitives

13

---

---

---

---

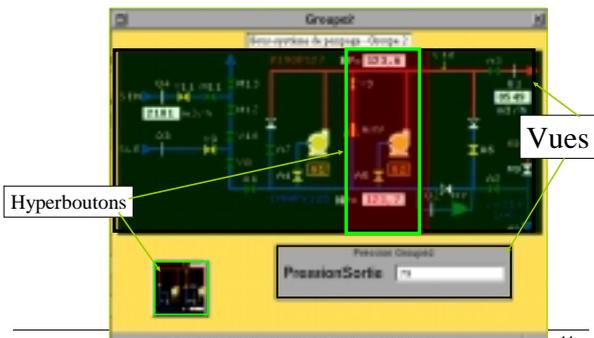
---

---

---

---

## Un tableau de bord...



De l'approche systémique aux sciences cognitives

14

---

---

---

---

---

---

---

---

## focalisation...

recherche d'un objet focal pour la supervision



De l'approche systémique aux sciences cognitives

15

---

---

---

---

---

---

---

---

## Adaptation d'une supervision connue

Remémoration d'un épisode passé et adaptation au nouveau contexte



De l'approche systémique aux sciences cognitives

16

---

---

---

---

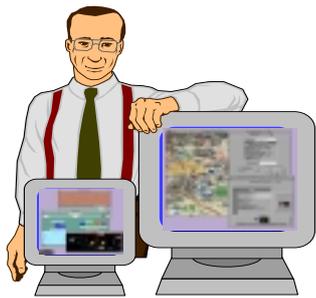
---

---

---

---

plus tard, validation, apprentissage...



De l'approche systémique aux sciences cognitives

17

---

---

---

---

---

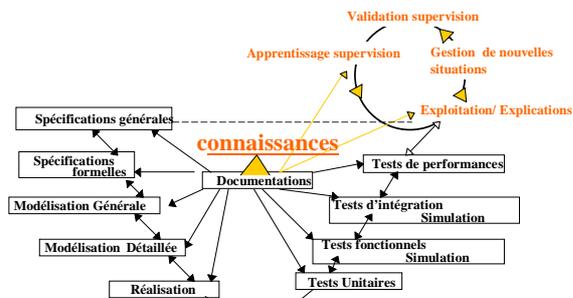
---

---

---

## PAD'IM

Un cycle de vie allongé pour la supervision



De l'approche systémique aux sciences cognitives

18

---

---

---

---

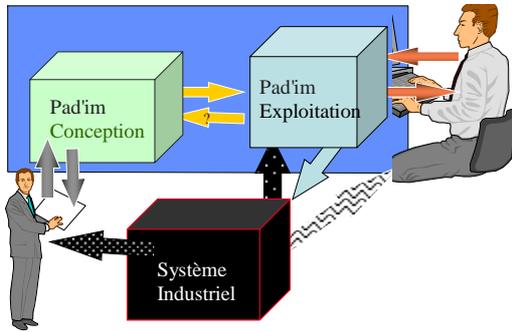
---

---

---

---

## Les deux facettes du système PAD'IM



De l'approche systémique aux sciences cognitives

19

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Les bases du projet

- L'application de l'approche systémique à la supervision industrielle (Formentor [Chen, 90], Diapason [Penalva, 93])
- L'application des modèles "cognitifs" à l'opérateur (projet "Message" [Boy, 85])
- Le paradigme du **Raisonnement à Partir de Cas** pour implanter la partie "expérience" du système

De l'approche systémique aux sciences cognitives

20

---

---

---

---

---

---

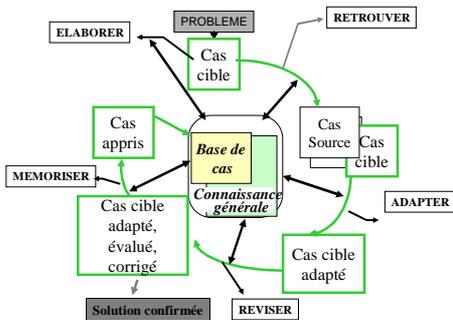
---

---

---

---

## Raisonnement à Partir de Cas



De l'approche systémique aux sciences cognitives

21

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## La connaissance mobilisée

- *Les "objets" de supervision*
- *Les représentations liées au domaine de la supervision*
- *Les cas (épisodes de supervision)*

---

---

---

---

---

---

---

---

Concept de base :  
l'Objet de Supervision

=

ce qui est "objet" de supervision



---

---

---

---

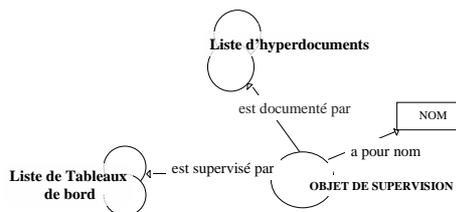
---

---

---

---

## l'Objet de Supervision



---

---

---

---

---

---

---

---

## Types d'objets de supervision dans un système industriel

- Composant structurel
- Entité topologique
- Fonction
- Produit
- Situation

---

---

---

---

---

---

---

---

## Qu'est-ce qu'un cas ?

Un cas  
est  
un épisode de supervision complet

---

---

---

---

---

---

---

---

## Un prélude d'événements...



---

---

---

---

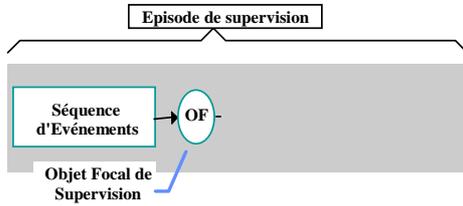
---

---

---

---

## un objet de focalisation...



---

---

---

---

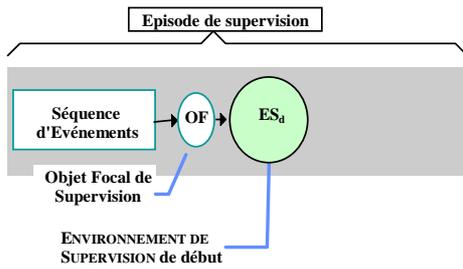
---

---

---

---

## et la description des environnements successifs de supervision.



---

---

---

---

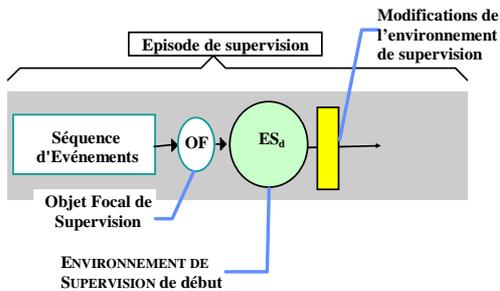
---

---

---

---

## et la description des environnements successifs de supervision.



---

---

---

---

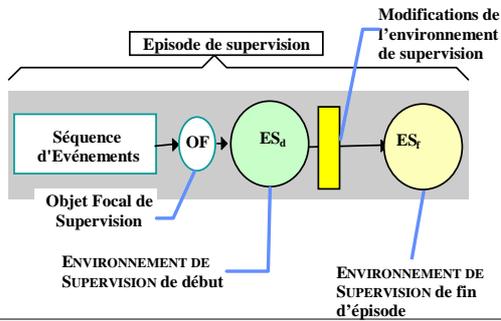
---

---

---

---

et la description des environnements successifs de supervision.




---

---

---

---

---

---

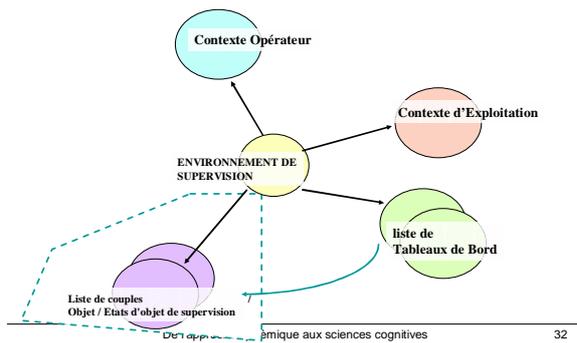
---

---

---

---

Grphe de connaissance correspondant à un *environnement de supervision*




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Raisonnement...

- **Interpréter une situation**
- Remémorer une situation similaire
- Proposer une adaptation possible à la situation actuelle
- Réparer éventuellement et garder le résultat de l'adaptation comme nouvelle expérience.
- Évaluation pour validation ?

---

---

---

---

---

---

---

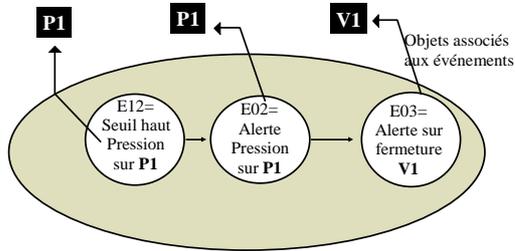
---

---

---

## Interpréter : la signature événementielle

= liste chronologique filtrée des événements qui "préludent" l'épisode.



De l'approche systémique aux sciences cognitives

34

---

---

---

---

---

---

---

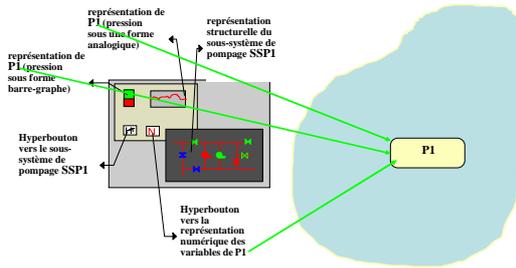
---

---

---

## Interpréter : élaborer la signature conceptuelle...

= ensemble des objets directement "supervisés" en début d'épisode.



De l'approche systémique aux sciences cognitives

35

---

---

---

---

---

---

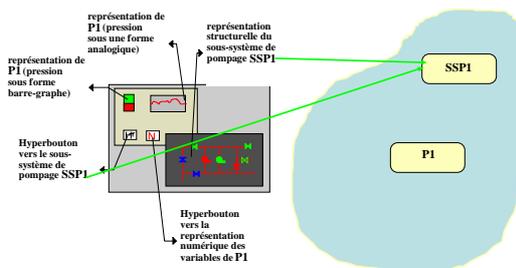
---

---

---

---

## depuis les tableaux de bords courants...



De l'approche systémique aux sciences cognitives

36

---

---

---

---

---

---

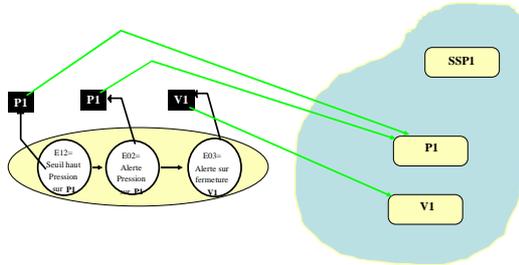
---

---

---

---

depuis la signature événementielle.



---

---

---

---

---

---

---

---

Interpréter : focalisation...



---

---

---

---

---

---

---

---

Raisonnement...

- Interpréter une situation
- **Remémorer une situation similaire**
- Proposer une adaptation possible à la situation actuelle
- Réparer éventuellement et garder le résultat de l'adaptation comme nouvelle expérience.
- Évaluation pour validation ?

---

---

---

---

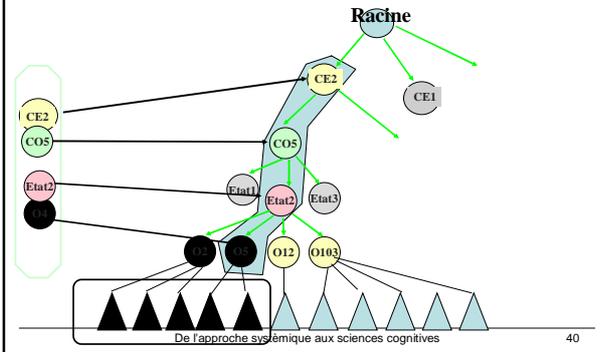
---

---

---

---

## Remémorer : index grossier




---

---

---

---

---

---

---

---

## Remémorer : calcul de similarité conceptuelle

Episode 2 Episode 1	P1 Etat1	SSP1/Etat1	Remplissage automatique Etat2	appariement moyen /objets comparables
P2/Etat1	0,5	0	0	0,25
SSP1/Etat1	0	1	0	0,5
Remplissage manuel/Etat2	0	0	0,5	0,5
<b>Similarité Globale</b>				<b>0,416</b>

famille de type "composant structurel"  
 famille de type "fonction"

De l'approche systémique aux sciences cognitives 41

---

---

---

---

---

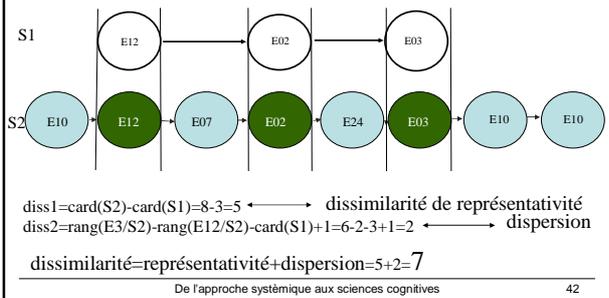
---

---

---

## Remémorer : dissimilarité événementielle

= différence des signatures événementielles




---

---

---

---

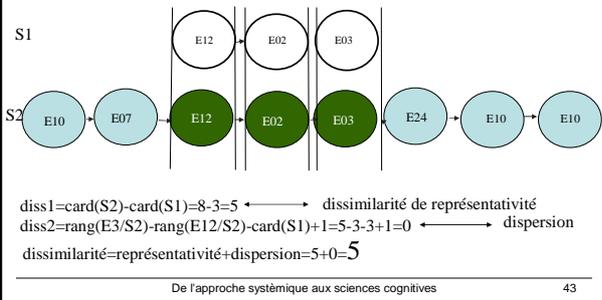
---

---

---

---

## Remémorer : dissimilarité événementielle




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Raisonnement...

- Interpréter une situation
- Remémorer une situation similaire
- **Proposer une adaptation possible à la situation actuelle**
- Réparer éventuellement et garder le résultat de l'adaptation comme nouvelle expérience.
- Évaluation pour validation ?

---

---

---

---

---

---

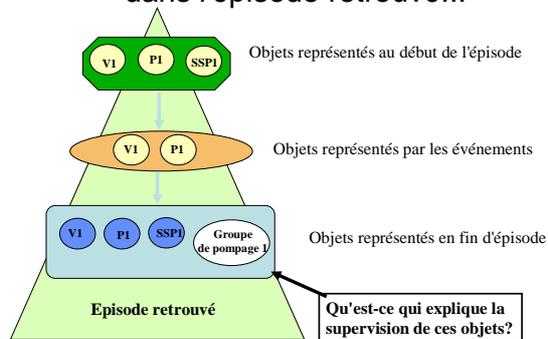
---

---

---

---

## Adapter : Développer les explications dans l'épisode retrouvé...




---

---

---

---

---

---

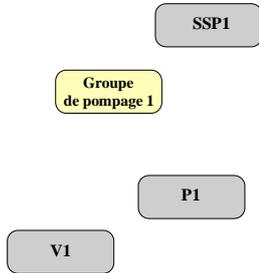
---

---

---

---

### Partir de l'élément à expliquer...




---

---

---

---

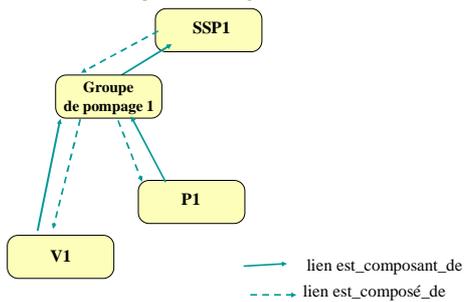
---

---

---

---

### pour développer ses liens avec les autres objets représentés...




---

---

---

---

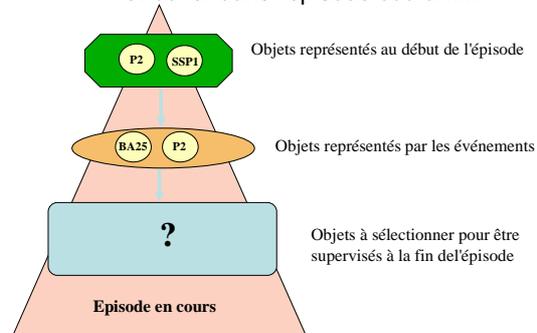
---

---

---

---

### Adapter : chercher les explications qui peuvent se retrouver dans l'épisode courant...




---

---

---

---

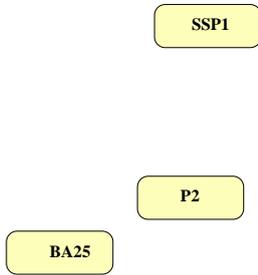
---

---

---

---

en partant des objets présents  
en début d'épisode...



---

---

---

---

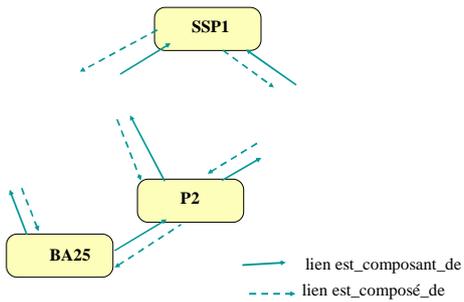
---

---

---

---

...développer les relations...



---

---

---

---

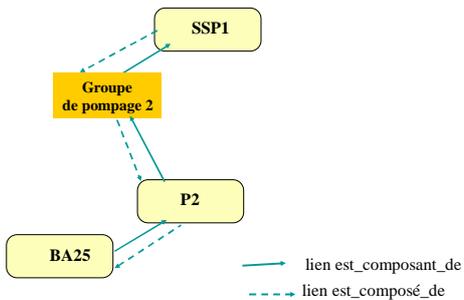
---

---

---

---

...pour découvrir une explication  
plausible...



---

---

---

---

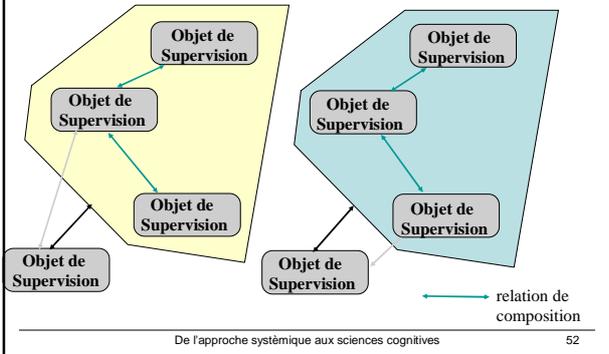
---

---

---

---

...généraliser les descriptions pour découvrir les rôles joués...




---

---

---

---

---

---

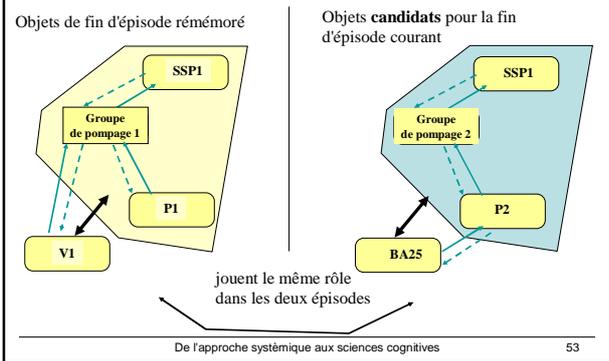
---

---

---

---

...spécialiser dans les rôles découverts...




---

---

---

---

---

---

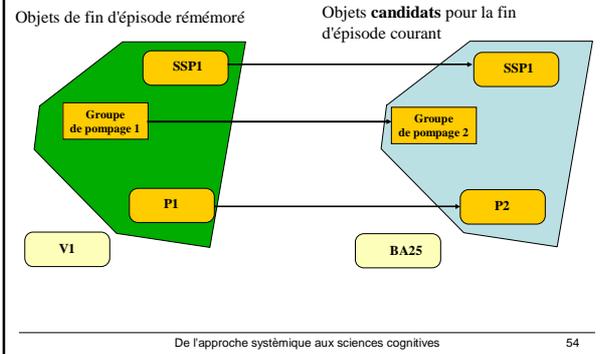
---

---

---

---

Adapter : appariement direct...




---

---

---

---

---

---

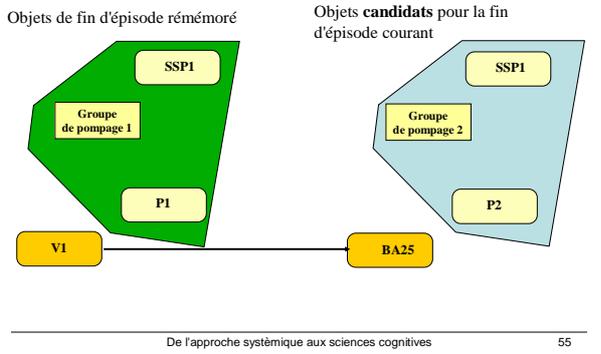
---

---

---

---

## Adapter : par similarité d'explication



---

---

---

---

---

---

---

---

## Adapter : choisir une (re)présentation

- si (l'objet est déjà représenté dans l'épisode courant)  
alors {privilégier la représentation existante}  
sinon  
si (il existe un objet similaire dans l'épisode mémorisé)  
alors {utiliser sa représentation}  
sinon  
si (il existe un tableau de bord le représentant dans le même contexte)  
alors {utiliser la représentation de ce tableau de bord}  
sinon {créer un nouveau tableau de bord avec des représentations par défaut}
- faire valider par l'opérateur

De l'approche systémique aux sciences cognitives 56

---

---

---

---

---

---

---

---

## Raisonnement...

- Interpréter une situation
- Remémorer une situation similaire
- Proposer une adaptation possible à la situation actuelle
- Réparer éventuellement et garder le résultat de l'adaptation comme nouvelle expérience.
- Évaluation pour validation ?

De l'approche systémique aux sciences cognitives 57

---

---

---

---

---

---

---

---

## Réparer : édition de la proposition par l'opérateur...



De l'approche systémique aux sciences cognitives

58

---

---

---

---

---

---

---

---

## Mémoriser : indexer

- Le cas réparé comme l'a décidé l'opérateur est indexé dans la mémoire dynamique du système (état non évalué)
- Le cas « trace » l'histoire de la réparation pour permettre « d'apprendre » de l'écart d'interprétation entre le système et l'opérateur

De l'approche systémique aux sciences cognitives

59

---

---

---

---

---

---

---

---

## Raisonnement...

- Interpréter une situation
- Remémorer une situation similaire
- Proposer une adaptation possible à la situation actuelle
- Réparer éventuellement et garder le résultat de l'adaptation comme nouvelle expérience.
- **Évaluation pour validation ?**

De l'approche systémique aux sciences cognitives

60

---

---

---

---

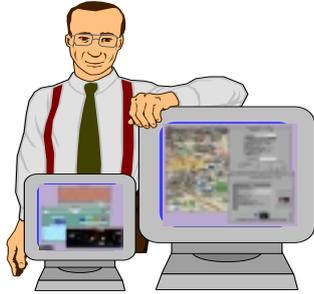
---

---

---

---

## Capitalisation, édition de cas prototypes...



De l'approche systémique aux sciences cognitives

61

---

---

---

---

---

---

---

---

## Réalisations

- Le système PAD'IM a été prototypé complètement (thèse Béatrice Fuchs)
- Le système DESIGNER pour réutiliser l'expérience dans la conception de systèmes de supervision de type PAD'IM a été prototypé (thèse Benoît Chiron)
- Partenaires : SFERCA, CGE, SAGEP

De l'approche systémique aux sciences cognitives

62

---

---

---

---

---

---

---

---

## Limites et nouvelles propositions

- Expérience = Cas structurés à l'avance
  - Connaissances explicatives des cas à acquérir complètement et à l'avance
  - Pas de réelle « construction » du sens
    - Comment faire reculer ces limites en s'attachant à la notion de traces plus qu'à la notion de cas ?
    - Comment faire émerger du sens « en contexte » de ces traces plutôt que convoquer du « sens » préétabli dans des cas ?
    - Comment s'appuyer sur des traces pour partager des expériences et faciliter l'émergence de sens dans un collectif ?
- == > REFORMULATION (point de vue Multiagents –Salima Hassas-)

De l'approche systémique aux sciences cognitives

63

---

---

---

---

---

---

---

---

## Reformulation (1)



Collectif 1: agent humain / agent système informatique

Mots clés: interaction, adaptation, évolution, "survie"

- Postulat : le système (Homme-Système) co-évolue par interaction et adaptation
- Le système enregistre l'expérience de l'utilisateur et la restitue en situation
  - L'expérience (positive) = chemin (satisfaisant) dans un espace de sous-solutions potentielles
  - l'humain apprend ce chemin optimal par interaction (cas : essai/erreur)  
=> l'humain évolue en interagissant avec le système
  - le système info s'enrichit par l'accumulation des expériences d'utilisation
- => Plus un système est utilisé (avec succès), plus il sera utilisé (survie du système)

---

---

---

---

---

---

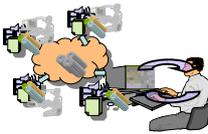
---

---

---

---

## Reformulation (2)



Plusieurs collectifs : Collectif 1 mais aussi

Collectif 2 : agent humain / agent humain

Collectif 3 : agent informatique / agent informatique

Mots clés: interaction, partage, échange , émergence

Objectif : partage , échange => capitalisation d'expériences

Capitaliser <= rechercher des invariants dans un système dynamique  
(en évolution perpétuelle)

Les K et E mises en jeu : réseau de concepts interconnectés dans lequel on fait émerger des structures stables (invariants)  
==> une approche (systémique) "systèmes complexes"

---

---

---

---

---

---

---

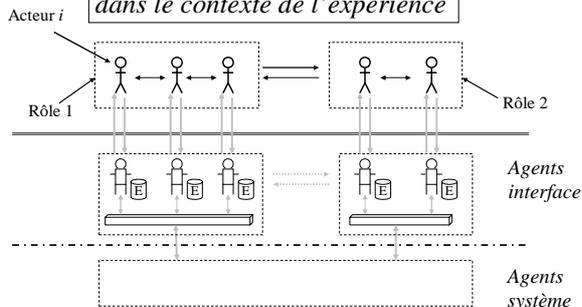
---

---

---

## Reformulation (3)

*plus concrètement:  
dans le contexte de l'expérience*




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Reformulation (fin)

2 niveaux à considérer:

Opérationnel : analyse des traces (opérateur et d'interaction) (Thèse A. Stuber) [Salima Hassas]

Outil: théorie des langages

- une trace est une phrase d'un langage
- trace individuelle (opérateur, d'interaction)
- trace collective : résultat d'une combinaison non linéaire des traces individuelles (émergence)
- travaux sur l'émergence de langage commun

Conceptuel: ontologies (Thèse J. Arana) [Yannick Prié, Salima Hassas]

- individuelles
- collectives (émergentes: co-construites par interaction)
- notion de "sens commun"

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Suite...

- Généralisation du concept d'aide à la décision à l'assistance générique à « l'utilisation » d'un système informatique pour une tâche non complètement connue / réutilisation de l'expérience
- Applications aux tâches de conception, de recherche d'information, d'apprentissage humain...
- Généralisation à la notion de « traces d'utilisation »  
⇔ « traces d'interactions » pour le partage d'expériences et la construction du sens dans les collectifs
- Comment utiliser les effets d'amorce « mutuelle » pour la construction de sens : rôle « des » mémoires (mentales ou autres...)

---

---

---

---

---

---

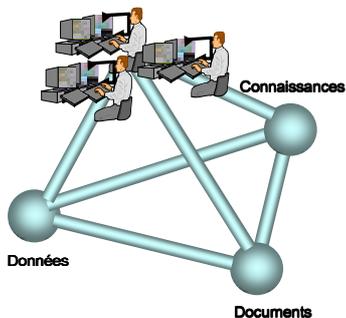
---

---

---

---

## Des systèmes en « intelligence » avec leurs utilisateurs



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---