

Les réseaux « autonomiques »

Francine Krief

LaBRI, UMR 5800

ENSEIRB

Université Bordeaux 1



Plan

1. Introduction
2. Architecture des réseaux « autonomiques »
3. Première approche intéressante : Les politiques
4. Une vision agent du problème
5. Importance des techniques liées à l'apprentissage
6. Exemples
7. Conclusion

La situation actuelle

- Réseaux omniprésents
 - ✓ BAN (Body Area Network), PAN (Personal Area Network), VAN (Vehicular Area Network), HAN (Home Area Network), LAN, CAN (Community Area Network), MAN, RAN, WAN
- Applications de plus en plus nombreuses et variées
 - ✓ Contraintes fortes de QoS
- Complexité des technologies
 - ✓ Hétérogénéité des composants ...
- Complexité de gestion
 - ✓ 20 à 50% du temps consacré à la détermination et à la résolution des problèmes
 - ✓ 40% des pannes de service sont dues à des problèmes de configuration

2

Introduction

Architecture

Politiques

Agents

Apprentissage

Exemples

Conclusion

Les besoins

- Diminuer les *coûts* de maintenance
- Fournir et garantir la *disponibilité* des ressources et des services aux utilisateurs finaux
 - ✓ L'utilisateur est au centre de la problématique
- Contrôler et gérer de plus en plus finement
- Fournir des outils permettant une plus *grande réactivité* au niveau des réseaux et des services

3

Introduction

Architecture

Politiques

Agents

Apprentissage

Exemples

Conclusion

L'évolution

- Une diminution de l'intervention des ressources humaines dans l'opération et la gestion de réseau
 - ✓ Il faut que les éléments du réseau et le réseau lui-même soient capables de se prendre en charge sans intervention humaine
- Les éléments du réseau doivent s'intégrer dans leur environnement et interagir avec les éléments en place
- Ils doivent être capables de s'adapter à leur nouvel environnement et continuer à réaliser les objectifs qui leur ont été assignés
 - les systèmes s'administrent eux-mêmes, de manière distribuée, suivant des *objectifs établis* par l'administrateur
 - Double adaptation : objectifs de gestion et système géré

4

Introduction

Architecture

Politiques

Agents

Apprentissage

Exemples

Conclusion

Les challenges

- Distribution des décisions
- Connaissances plutôt que des données
 - ✓ informations, transformées en connaissances par un ajout contextuel, pour permettre l'auto-adaptation.
- Adaptation automatique des systèmes à différents contextes
 - ✓ Rapidité
 - ✓ Pertinence
- Sécurité

5

Introduction

Architecture

Politiques

Agents

Apprentissage

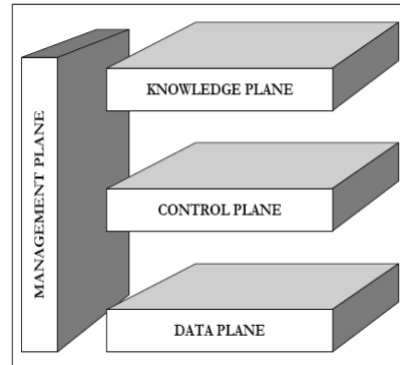
Exemples

Conclusion

Un quatrième plan

- **Plan de connaissance :**

- ✓ Nécessité d'un niveau de connaissance pour offrir des capacités d'auto-gestion élevées et efficaces.
- ✓ Une intelligence est nécessaire pour comprendre le comportement du réseau et pour pouvoir le piloter
- ✓ Ce plan construit et maintient des modèles de haut niveau
- ✓ Il intervient à différents niveaux.



Plan de données : éléments réseau

Plan de contrôle : algorithmes de contrôle

Plan de gestion : gère le réseau

6

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Définition

- Les systèmes « autonomiques » sont capables, d'une part, d'accomplir par leur propres moyens les objectifs de gestion des administrateurs humains et d'autre part, de s'adapter à l'évolution dynamique de l'état des ressources gérées
 - ✓ Doit maintenir sa stabilité malgré les perturbations engendrées par des changements d'objectifs de gestion et par l'évolution dynamique de l'état du domaine géré

7

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Définition

- Les systèmes « autonomiques » maintiennent et ajustent leur comportement en fonction :
 - ✓ Des changements internes
 - ✓ Des changements externes
 - ✓ Des demandes
 - ✓ Des buts
 - ✓ De pannes logicielles ou matérielles innocentes ou malicieuses
- L'Autonomic Computing : concept proposé pour la première fois par IBM (2001), perçu comme modèle de référence.
- L'Autonomic Networking : se situe dans la même mouvance
- L'Autonomic Communication : influencée par l'Autonomic Computing

8

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Plan

1. Introduction
2. Architecture des réseaux « autonomiques »
3. Première approche intéressante : Les politiques
4. Une vision agent du problème
5. Importance des techniques liées à l'apprentissage
6. Exemples
7. Conclusion

9

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

L'Autonomic Computing d'IBM

- Objectif initial
 - ✓ Concevoir des solutions permettant de réduire les coûts de maintenance, devenus excessifs, des infrastructures informatiques
- Actuellement l'approche la plus aboutie
- Inspirée de la biologie
- Quatre grandes fonctions principales

10

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Concept Inspiré de la biologie

- **Système nerveux autonome**
 - ✓ Responsable des fonctions vitales de l'Homme
 - Régulation battement du cœur
 - Débit respiration
 - Température interne
 - Digestion
 - Dilatation pupille
 - ✓ Activités inconsciente pour l'Homme
 - Libère l'Homme qui peut ainsi se consacrer à des objectifs « de haut niveau »

11

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Quatre fonctions principales

Adapter dynamiquement
le système à des
changements
d'environnements

Auto Configuration	Auto Réparation
Auto Optimisation	Auto Protection

Détecter, diagnostiquer
et réparer
automatiquement les
anomalies du système

Ajuster
automatiquement le
système pour maximiser
ses performances

Anticiper, identifier
et protéger le système
de toute attaque

12

Introduction

Architecture

Politiques

Agents

Apprentissage

Exemples

Conclusion

Quatre fonctions principales

Configuration

- Installer, configurer et intégrer de grands systèmes complexes dans des délais très courts et sans erreurs est une *tâche complexe* dans l'environnement réseau hétérogène actuel

Auto-configuration (self configuration)

- Lorsqu'un composant autonome est introduit, il *s'intègre* de manière homogène dans son environnement et le reste du système s'adapte automatiquement à sa présence
- Capacité à *se réajuster* automatiquement
- La configuration automatique des composants et des systèmes suit des *politiques de haut-niveau*

13

Introduction

Architecture

Politiques

Agents

Apprentissage

Exemples

Conclusion

Quatre fonctions principales

Optimisation

- Très peu d'experts sont capables d'ajuster les paramètres de manière la plus optimale possible (la configuration d'une station UMTS nécessite la manipulation de plus de 100 paramètres!!!)
- L'ajustement des performances d'un sous système peut avoir des conséquences imprévisibles sur le système global

Auto-optimisation (self optimization)

- Les composants et les systèmes recherchent en permanence l'amélioration de leur performance et de l'efficacité
- Ils vont surveiller leur environnement, expérimenter de nouvelles options, et apprendre à améliorer leurs choix en terme d'optimisation

14

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Quatre fonctions principales

Rétablissement

- La détection de pannes et des dysfonctionnements peut être une tâche très complexe dans les réseaux

Auto-rétablissement (self healing)

- le système autonome est capable de détecter, de diagnostiquer et de réparer les problèmes d'équipement et de logiciel
- Le système doit être capable de prendre des décisions pour maintenir l'ensemble des fonctionnalités, éventuellement dans un mode dégradé, jusqu'à retrouver la totalité des ressources.
- Il maintient une base de connaissance sur la configuration du système, sur les raisonnements de diagnostic capables d'analyser les logs du système ou des logs d'autres systèmes pour identifier la panne

15

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Quatre fonctions principales

Protection

- La stabilité des réseaux et des services peut être remise en cause par le biais d'actions volontaires ou non.

Auto-protection (self protection)

- Le système autonome va devoir détecter ces situations et se protéger pour ne pas perturber les utilisateurs.
- Ceci correspond à la mise en place de mécanismes et d'architectures pour la détection et la protection de l'ensemble des éléments réseaux.

16

Quatre attributs nécessaires

- **Self-awareness** : conscient de son état interne
- **Environment-awareness** : conscient des conditions externes de fonctionnement actuel
- **Self-monitoring** : capable de comprendre les caractéristiques de performance
- **Self-adjusting** : capable de changer son état interne

17

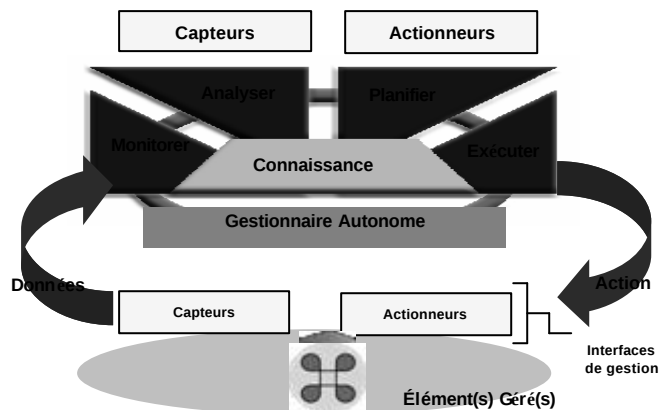
Architecture

- Architecture basée sur le concept d'élément autonome appelé « autonomic element »
- Un système « autonome » est constitué d'une collection d'éléments autonomes, capables de gérer leur comportement interne ainsi que les relations avec les autres éléments autonomes en fonction des politiques de gestion établies par les administrateurs humains

18

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

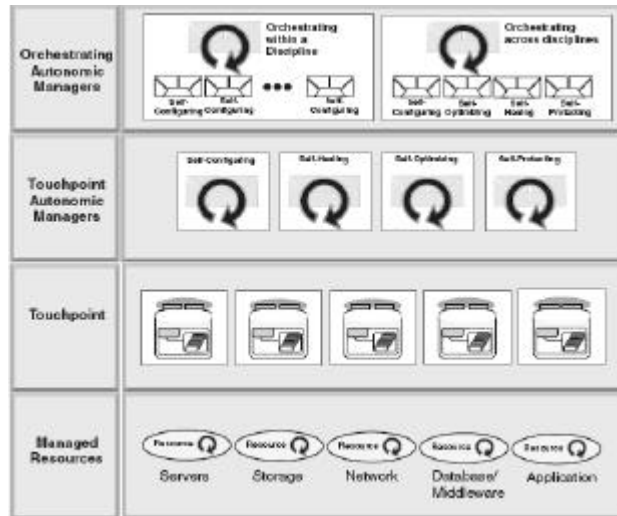
Architecture d'une entité « autonome »



19

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

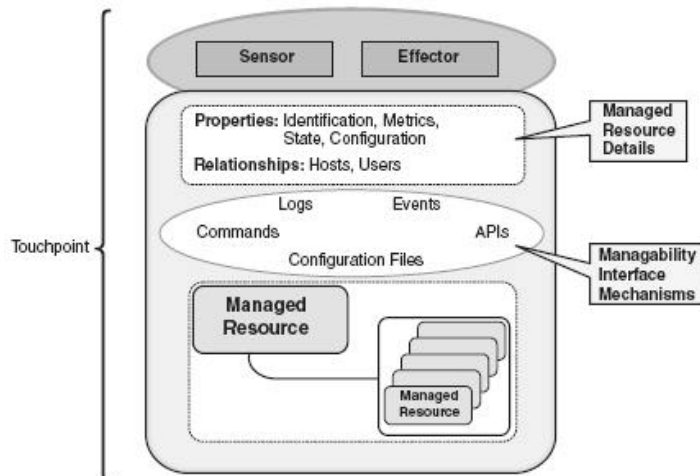
Architecture



20

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

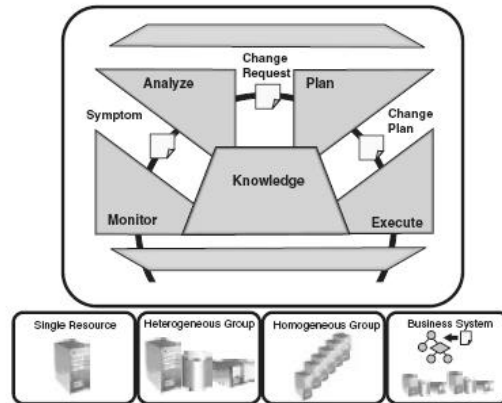
Implémentation d'un point de contact



21

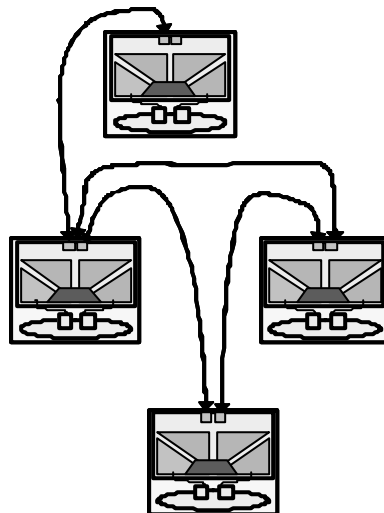
Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Exemple de gestionnaire autonome de contact



22

Interaction entre entités autonomes



23

Plan

1. Introduction
2. Architecture
3. Première approche intéressante : Les politiques
4. Une vision agent du problème
5. Importance des techniques liées à l'apprentissage
6. Exemples
7. Conclusion

24

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Architecture réseau orientée politique

- Automatisation de la gestion par rapport à des objectifs d'entreprise
- Plus de distinction entre les aspects gestion et contrôle
- Permet de définir les actions à entreprendre en fonction d'une situation donnée
- Définit le comportement d'un système distribué
- Fournit des fonctions de provisioning et de changement de configuration en « temps réel »
- Simplifie la gestion des équipements, des réseaux et des services

25

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Les politiques

Une politique équivaut à un continuum de politiques exprimées à des niveaux différents

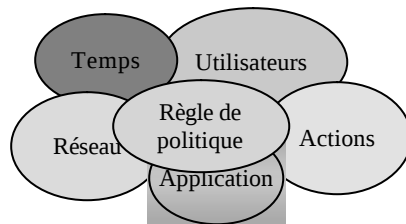
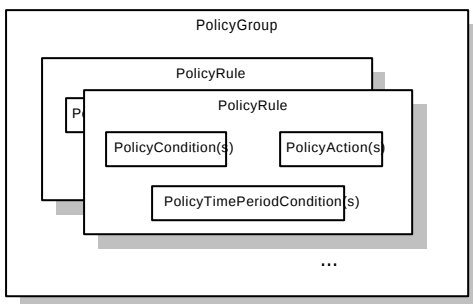
- **Création des politiques en fonction des SLA**
 - ✓ Saisie de ces politiques en tant que règles et actions
 - ✓ Introduction de conditions afin de créer des fenêtres d'exécution
- **Déploiement des politiques sur l'environnement géré**
 - ✓ Attribution des politiques aux ressources cibles
- **Exécution des politiques (traduction en commandes de configuration)**
 - ✓ Configuration spécifique aux éléments (type de file d'attente, marquage des paquets,...)

26

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Les politiques

- Les politiques peuvent être définies comme un ensemble de règles capable de gérer et de contrôler le fonctionnement global du système

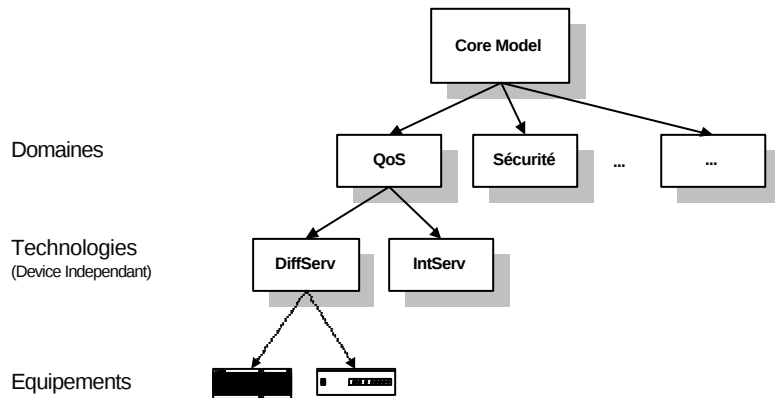


27

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Le Modèle d'Information

Règles abstraites → configuration des équipements



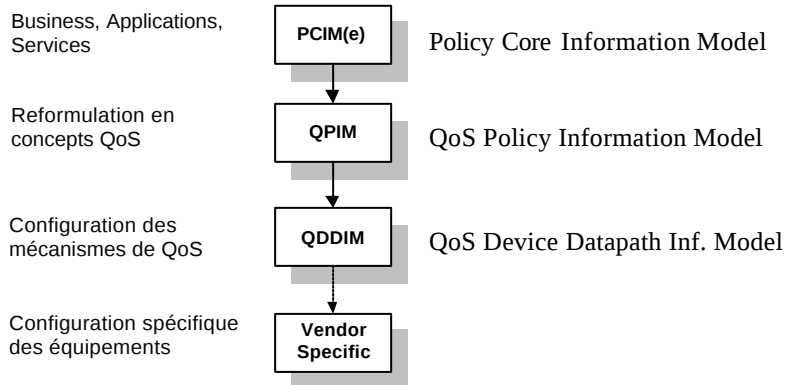
28

Modèle d'Information : Objectifs

- **Policy WG (IETF)**
 - ✓ Se base sur le modèle CIM du DMTF
 - ✓ Extensions développées conjointement
- **Objectifs**
 - ✓ Modèle général
 - ✓ Possibilité de spécialisation par domaine
 - ✓ Représentation indépendante des équipements
 - ✓ Représentation indépendante des implémentations

29

Modèle d'information : Exemple



30

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

PCIMe (extensions)

• Exemples d'extensions

- ✓ Meilleure gestion des priorités : Decision Strategies
- ✓ Définition de variables
 - SourceIPv4, SourcePort, IPProtocol, IPVersion, IPToS, DSCP, ...
- ✓ Règles conditionnées par d'autre règles
 - If (protocol is TCP) THEN (guarantee 40% of available BW)
 - If (protocol is HTTP) THEN (guarantee 20% of available BW)
 - If (protocol is FTP) THEN (guarantee 30% of available BW)
- ✓ Définition des conditions du filtrage de paquets IP
 - conditions simples sur les variables générales (adresse IP source, adresse IP destination, port source, ...)
 - et condition sur la direction du flux

31

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Modèle d'information pour la QoS

QPIM (QoS Policy Information Model)

- Définit des actions sur les paquets
- Exemple : If protocol=HTTP, then mark with DSCP 24

QDDIM (QoS Device Datapath Inf. Model)

- Définit des actions sur les équipements
- Exemple : Create HTTP filter
Create DSCP marker with the value of 24
Bind the HTTP filter to the DSCP marker

32

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Les types de politiques (Ponder policies)

- **Politiques d'autorisation**
 - ✓ Positives et négatives
 - ✓ Exemple : politiques de contrôle d'accès
- **Politiques d'obligation**
- **Politiques de permission**
- **Politiques de délégation**
 - ✓ Positives et négatives
- **Méta politiques**

33

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Gestion par politique vs Gestion autonome

Gestion autonome

- Capacité des processus de gestion et de l'infrastructure sous-jacente à s'organiser eux-mêmes et à fonctionner sans aide extérieure
- Rôle de l'administrateur limité au guidage de ces processus en leur fixant des objectifs et des paramètres opérationnels



Gestion par politique

Réduction importante des tâches de l'opérateur

34

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Enjeux de la gestion par politique

- Traduction des règles depuis la formulation abstraite jusqu'à la configuration des équipements.
- Introduire de nouvelles politiques sans perturber le système.
- Valider les politiques.
- S'assurer de la conformité au SLA
- Assurer un service de bout en bout.
- Gérer les flux inter-domaines
- Prévenir toute déviation.
- Gérer les règles dynamiquement (adapter automatiquement les règles)
- Décider des politiques à appliquer.
- ...

35

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Plan

1. Introduction
2. Architecture
3. Première approche intéressante : Les politiques
4. Une vision agent du problème
5. Importance des techniques liées à l'apprentissage
6. Exemples
7. Conclusion

36

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Les Agents - Définition

- Un agent est une entité qui **perçoit son environnement** et **agit** sur celui-ci" (Russell, 1997)
- Un agent est un système informatique, **situé** dans un environnement, et qui agit d'une façon **autonome** pour atteindre les **objectifs** (buts) pour lesquels il a été conçu (Wooldrige et Jennings, 1995)
- Un agent est une entité qui fonctionne continuellement et de manière **autonome** dans un environnement où d'autres processus se déroulent et d'autres agents existent." (Shoham, 1993)
- Un agent est **une entité autonome** qui est capable **d'agir** sur elle-même et sur son environnement, qui, dans un univers multi-agents, peut **communiquer** avec d'autres agents, et dont le comportement est la conséquence de ses observations, de ses connaissances et des **interactions** avec les autres agents (Ferber, 1995)

37

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Les Agents - Caractéristiques

- **Situé** – l'agent est capable d'agir sur son environnement à partir des entrées sensorielles qu'il reçoit de ce même environnement
- **Autonome** – l'agent est capable d'agir sans l'intervention d'un tiers (humain ou agent) et contrôle ses propres actions ainsi que son état interne
- **Proactif** – l'agent doit exhiber un comportement proactif et opportuniste, tout en étant capable de prendre l'initiative au bon moment
- **Réactif** – l'agent doit être capable de percevoir son environnement et d'élaborer une réponse dans le temps requis
- **Social** – l'agent doit être capable d'interagir avec d'autres agents (logiciels ou humains) afin d'accomplir des tâches ou d'aider ces agents à accomplir les leurs

38

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Les Agents – Intelligence (1)

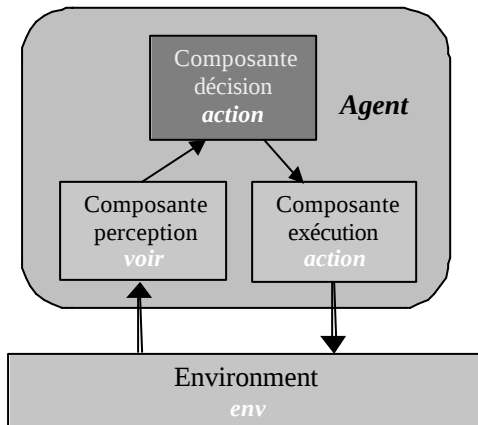
Agent réactif

- Composante très simple qui perçoit l'environnement et est capable d'agir sur celui-ci
- Il n'a pas une représentation symbolique de l'environnement, des connaissances
- L'intelligence est distribuée entre de nombreux agents réactifs
- Le comportement intelligent devrait émerger de l'interaction entre ces agents réactifs et l'environnement

39

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Les Agents – Modélisation (1)



Agent réactif

40

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Les Agents – Intelligence (2)

Agent cognitif

- Représentation symbolique des connaissances
- Notions mentales :
 - ✓ **Connaissances** – Vincent connaît le fait que les humains sont mortels
 - ✓ **Croyances** – Vincent a pris son parapluie parce qu'il croit qu'il va pleuvoir
 - ✓ **Désirs, buts** – Vincent désire avoir son doctorat
 - ✓ **Intentions** – Vincent a l'intention de travailler dur pour avoir sa thèse
 - ✓ **Choix, décisions** – Vincent a décidé de faire une thèse
 - ✓ **Engagements** – Vincent ne va pas s'arrêter de travailler avant d'avoir fini sa thèse
 - ✓ **Conventions** – si, par hasard, Vincent décide d'abandonner sa thèse, il préviendra son directeur de thèse
 - ✓ **Obligations** – Vincent doit travailler pour payer ses études

41

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Les Agents – Modélisation (2)

Modèle "Croyance-Désir-Intention"

- **Croyance (B = Belief)**

- Les croyances d'un agent sont les informations que l'agent possède sur l'environnement et sur d'autres agents qui existent dans le même environnement.

- **Désir (D = Desire)**

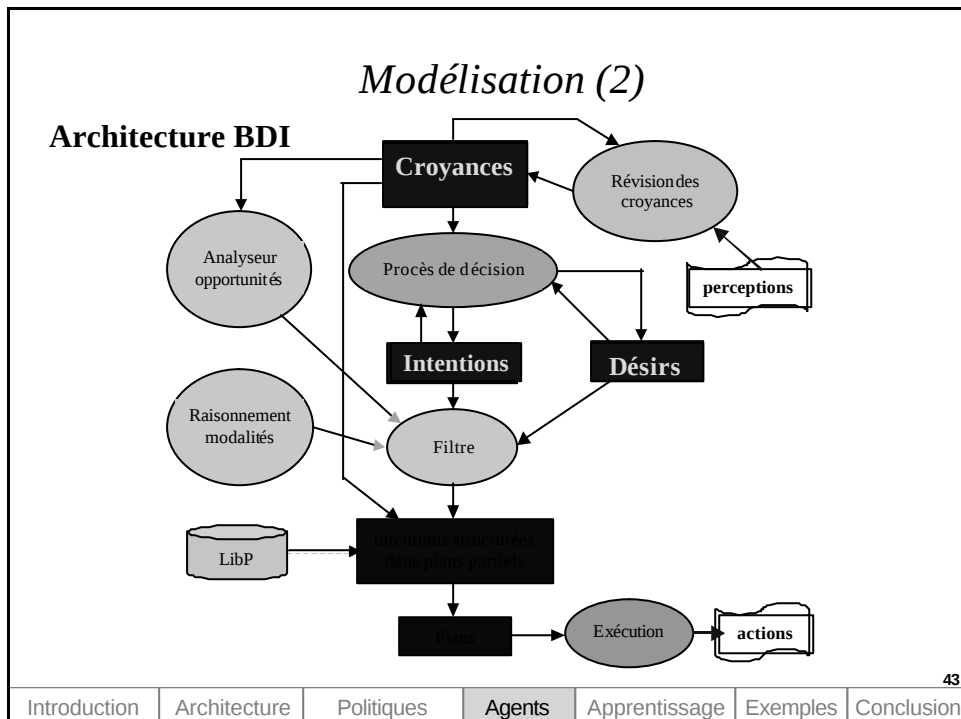
- Les désirs d'un agent représentent les états de l'environnement, et parfois de lui-même, qu'il aimerait voir réalisés.

- **Intention (I = Intention)**

- Les intentions d'un agent sont les désirs que l'agent a décidé d'accomplir ou les actions qu'il a décidé de faire pour accomplir ses désirs.

42

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------



43

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Système multi-agents -Définition

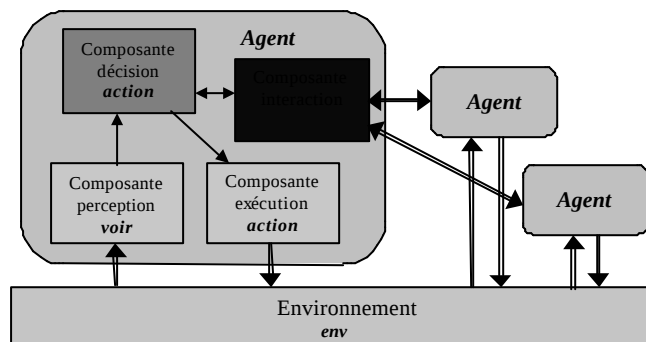
- Un **système multi-agents (SMA)** est un système distribué composé d'un ensemble d'agents
- Caractéristiques d'un **SMA** :
 - ✓ Chaque agent a des informations ou des capacités de résolution de problèmes limitées
 - ✓ Il n'y a aucun contrôle global du système multi-agents
 - ✓ Les données sont décentralis ées
 - ✓ Le calcul est asynchrone

44

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Modélisation

Plusieurs agents réactifs



45

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Système multi-agents -Communication

- **La communication permet aux agents de :**
 - ✓ Coordonner leurs actions et comportement
 - ✓ Essayer de modifier les états des autres agents
 - ✓ Essayer de persuader les autres agents de faire certaines actions

Communication directe

- **Envoi de messages**
 - ✓ Appel de méthodes
 - ✓ Échange de plans partiels
- **Langages de communication entre agents**
 - ✓ ACL = Agent Communication Languages
 - ✓ La communication est vue comme une action (actes de communication)

46

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Agents vs Objets et I.A.

vs Objets

- les agents sont autonomes; un agent a son propre processus de décision
- les agents ont leurs propres buts et ils agissent d'une manière pro-active pour atteindre leurs buts
- les agents sont capable d'un comportement social et ils peuvent s'engager dans des interactions complexes
- Dans un système multi-agents chaque agent, normalement, a son propre fil d'exécution

vs Intelligence Artificielle

- l'intelligence du comportement social
- plusieurs agents intelligents

47

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Agents vs Gestion par politique

- La technologie agent fournit un moyen de gérer les réseaux de façon plus flexible et avec plus **d'autonomie**.
- Facilite l'automatisation du processus de négociation de SLA
- Permet le déploiement rapide, souple et automatique de nouveaux services
- La gestion par politique et les agents sont deux approches qui se combinent très bien
 - D'une part, les agents peuvent implémenter des systèmes de gestion par politique de façon flexible.
 - D'autre part, les agents ont une intelligence qui peut être guidée par l'établissement de politiques.

48

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Agents vs Gestion autonome

Gestion autonome

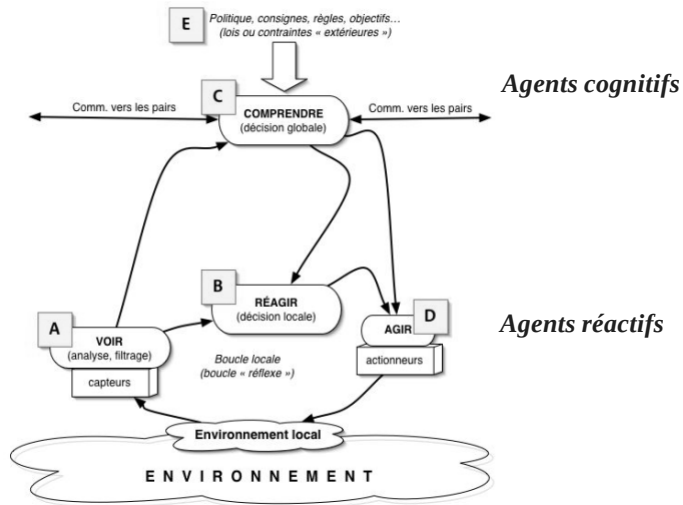
- Un système auto-géré est composé d'éléments auto-gérés possédant des ressources et fournissant des services
- Chaque élément est responsable de la gestion de son état/comportement et des interactions avec son environnement

➡ **Agent ou système multi-agents**

49

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

La boucle fermée de contrôle

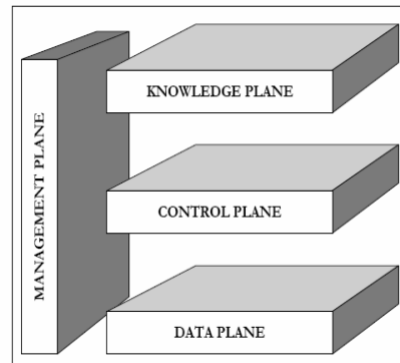


50

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Les quatre plans et les agents

- **Plan de connaissance :** décision globale - **méta-agent**
- **Plan de gestion :** gère le réseau
- **Plan de contrôle :** algorithmes de contrôle – **agent réactif**
- **Plan de données :** éléments réseau

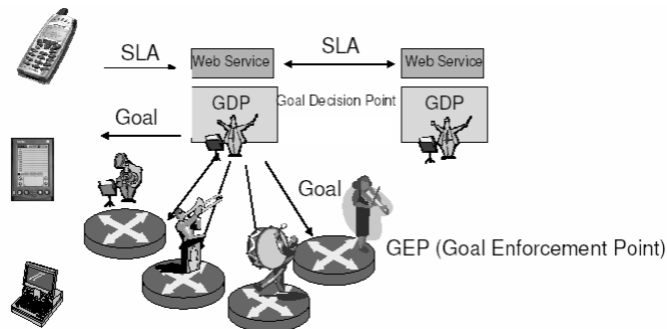


Quatre plans

51

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Goal-based management



En fonction du but à atteindre, le GEP décide des politiques locales et configure les éléments réseaux (TC...)

52

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Plan

1. Introduction
2. Architecture
3. Première approche intéressante : Les politiques
4. Une vision agent du problème
5. Importance des techniques liées à l'apprentissage
6. Exemples
7. Conclusion

53

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

L'apprentissage

- 
- Programmer des machines capables de s'adapter à toutes les situations et éventuellement d'évoluer en fonction de nouvelles contraintes est difficile.
 - Doter la machine de capacités d'apprentissage lui permettant de tirer profit d'une expérience particulière pour faire face à une nouvelle situation
 - ✓ Amélioration des performances
 - L'apprentissage implique également une notion d'adaptation à un environnement

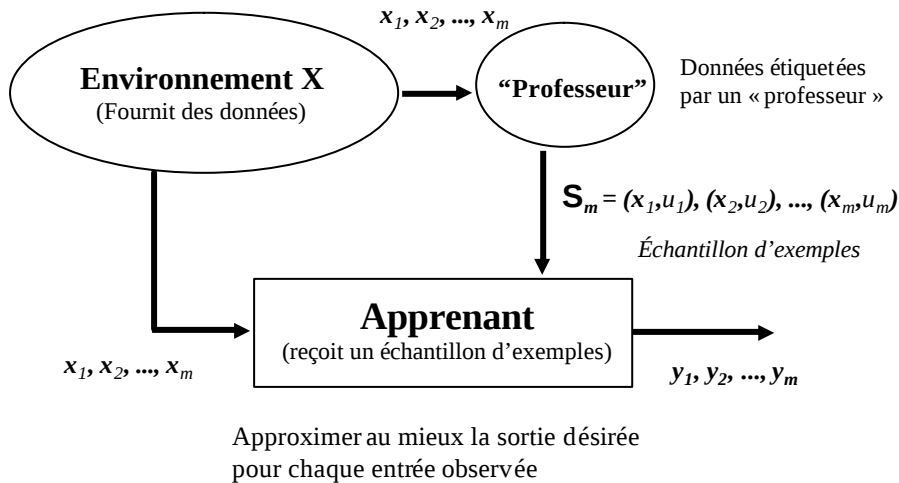
54

Objectif

- Acquisition de connaissances
 - 
 - Apprentissage de concepts
 - Exemple : Mauvais utilisateur
 - Caractérisation
 - Classification
 - Discrimination (ex : reconnaissance de la parole)
 - Apprentissage pour la navigation (ex : apprentissage de trajets)
 - Apprendre les préférences d'un utilisateur
 - Apprendre à filtrer l'information
 - Aide à la découverte
 - Découverte de régularités
- Amélioration des performances
 - 
 - Adaptation
 - Apprendre à s'améliorer (ne pas répéter ses fautes)
 - Amélioration en ligne
- Amélioration connaissances
 - Révision de théorie

55

L'apprentissage supervisé



56

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

L'apprentissage non supervisé

**A partir de l'échantillon d'apprentissage $S = \{x_i\}_{1,m}$ non étiqueté,
on cherche des régularités sous-jacente**

- Sous forme d'une fonction
- Sous forme de nuages de points
- Sous forme d'un modèle complexe

afin de résumer, détecter des régularités, comprendre...

57

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

L'apprentissage par renforcement

- **Les données d'apprentissage**

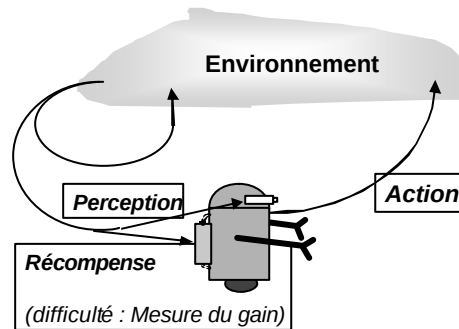
- ✓ Une séquence de perceptions, d'actions et de récompenses
 - Avec un renforcement

- **Le problème**

- ✓ Maximiser une certaine espérance de gain

- **Le but**

- ✓ Apprentissage de réflexes
- ✓ Apprentissage de planification



58

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Taxonomie de base

- **Induction**

- Processus par lequel on tire des lois de portée générale en partant de l'observation de cas particuliers
 - Supervisé
 - Non supervisé

- **Déduction**

- Explication, révision des croyances

- **Analogie**

- Appliquer la même procédure que celle appliquée au prototype le plus proche (ex : raisonnement à partir de cas)

59

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Protocole

Règle les interactions entre l'apprenant et son environnement

- **Avec ou sans professeur**
 - Interaction avec un oracle
 - Apprentissage passif ou actif
- **Présentation des exemples**
 - Tous à la fois
 - Un par un, selon un certain tirage
- **En ligne ou hors ligne**
 - Toutes les données
 - Apprentissage incrémental

60

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Critère de succès (fonction de risque)

Dépend du domaine étudié et de l'objectif de l'apprentissage (dépend de la tâche)

- **Comportemental**
 - Critère relatif à un observateur externe
 - Mesure du taux d'erreur commis par l'apprenant en cours d'apprentissage
- **Intrinsèque**
 - Le faible coût computationnel nécessaire à l'obtention du résultat
- **Différent d'une fonction de coût ou de perte**
 - Interne à l'apprenant (mesure interne au système qui sert de guide)

61

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Les entrées

L'apprentissage s'appuie sur des données qu'il faut représenter

- **Importance de la qualité**
 - Bruit possible
 - De description : exemples mal décrits
 - De classification : exemples mal étiquetés
 - Risque de non représentativité
- **Nature** (objets d'apprentissage décrits par des attributs)
 - Numériques
 - Symboliques (expressions logiques...)
 - Mixtes

62

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Les résultats

- **Décision dans l'espace de représentation des entrées**
 - Ex : Plus proches voisins
- **Optimisation des paramètres d'une fonction ou d'un algorithme**
 - Ex : réseaux connexionnistes
- **Optimisation de la structure et des paramètres**
 - Ex : réseaux bayésiens permettant de représenter des univers structurés par des relations de causalité et d'exprimer des mesures de certitude ou de confiance
- **Construction d'un concept**
 - Ex : arbres de décision

63

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Trois questions fondamentales

- **Quel critère inductif ?**

- Quelle hypothèse devrait-on choisir étant donné l'échantillon d'apprentissage pour minimiser le risque réel ?

- **Quel espace d'hypothèses ?**

- Quel espace d'hypothèses est approprié
 - Doit-t-il vérifier certaines conditions ? (ex : taille)

- **Comment explorer l'espace des hypothèses ?**

- Choix d'un algorithme

64

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

En résumé : Définition d'un pb d'apprentissage

- **Des acteurs**

- L'environnement
- Le professeur
- L'apprenant



**un protocole
d'apprentissage**

- **Une tâche d'apprentissage**

- Exemple : Discrimination

- **Un principe inductif**

- Exemple : choisir l'hypothèse la plus simple compatible avec l'échantillon d'apprentissage



Choix d'une méthode d'apprentissage (un algorithme)

65

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Le choix d'une méthode d'apprentissage

Dépend fondamentalement des propriétés de l'espace des hypothèses

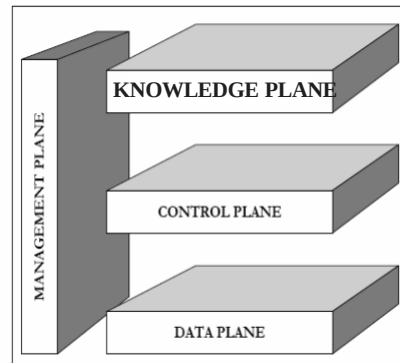
- Plus la structuration de l'espace des hypothèses est forte et adaptée au problème et plus la connaissance est importante, plus l'apprentissage sera facilité
 - **Structuré par une relation de généralité**
 - Extrapolation guidée (ex : PLI : Programmation Logique Inductive)
 - **Seulement une notion de voisinage**
 - Extrapolation à l'aveugle (ex : Réseaux connexionnistes)
 - **Pas d'espace d'hypothèses**
 - Méthodes des plus proches voisins (CBR)

66

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	----------------------	----------	------------

Apprentissage et Gestion autonome

- **Plan de connaissance :**
 - ✓ Une intelligence est nécessaire pour comprendre le comportement du réseau et pour pouvoir le piloter
 - ✓ Ce plan construit et maintient des modèles de haut niveau
 - ✓ Réfléchit sur le succès ou l'échec des stratégies existantes, les adapter si nécessaire
 - ✓ Apprend de nouvelles stratégies



67

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Plan

1. Introduction
2. Architecture
3. Première approche intéressante : Les politiques
4. Une vision agent du problème
5. Importance des techniques liées à l'apprentissage
6. Exemples
7. Conclusion

68

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Travaux Pr Karmouch

Architecture d'auto-adaptation

- Basé agent et politique

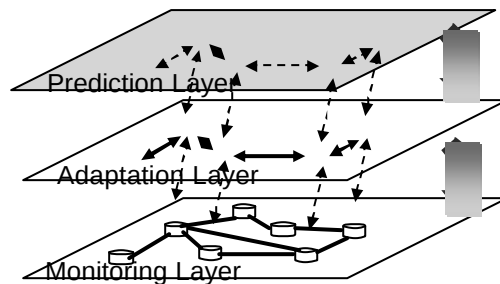
- Couche de prédiction

- Agent Utilisateur
- Agent de Localisation
- Agent d'Application



- Agent de prédiction

- Responsable de la collecte des différents besoins
- De leur traduction en buts de QoS à atteindre, d'évènements possibles à appliquer sur les ressources réseau et de contraintes à suivre



Architecture multi-couches

69

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

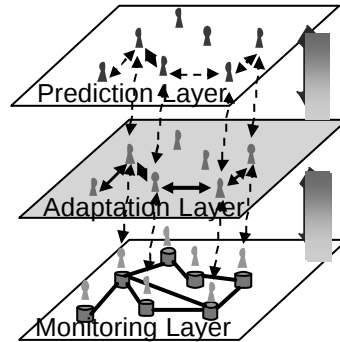
Architecture d'auto-adaptation

• Couche d'adaptation

- L'Agent d'Adaptation spécifie
 - ses objectifs,
 - ses contraintes,
 - les différentes actions possibles
- Il sélectionne une ou plusieurs actions
- Il assemble la politique qui est déployée au niveau réseau.

• Un module de réévaluation

- Modifie les fonctions d'utilité associée à chaque action



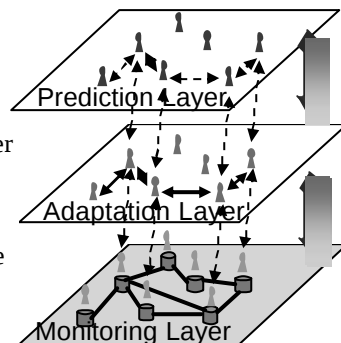
70

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Architecture d'auto-adaptation

• Couche de monitoring

- Responsable de la mesure de la QoS sur le réseau.
- L'Agent d'Adaptation fournit à l'agent monitoring les paramètres à mesurer pour évaluer les politiques réseaux.
- Un Agent de Monitoring peut interagir avec d'autres pour rassembler les mesures requises de QoS qui sont ensuite retournées à l'agent d'adaptation.



71

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Architecture d'auto-adaptation

Avantages

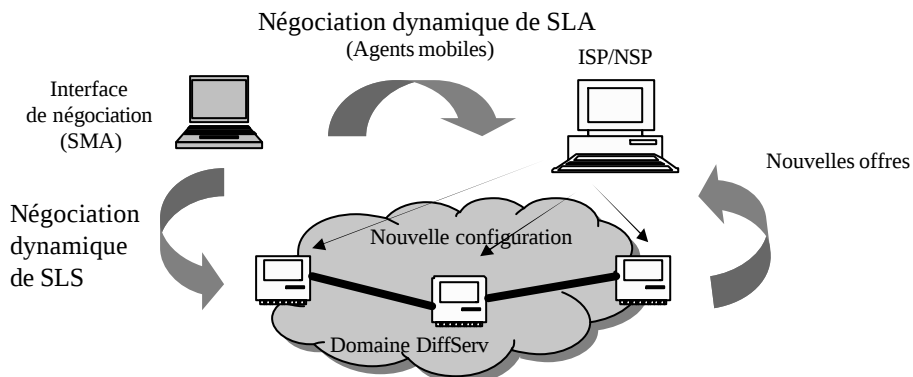
- Prédit les changements possibles pouvant affecter le niveau de QoS à fournir au client
 - Adaptation intelligente
- Modification dynamique des politiques à appliquer
 - objectifs à satisfaire et contraintes imposées
- Permet améliorer les stratégies sélectionnées
 - module d'apprentissage

72

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Architecture d'auto-adaptation

Rendre dynamique l'environnement de signalisation

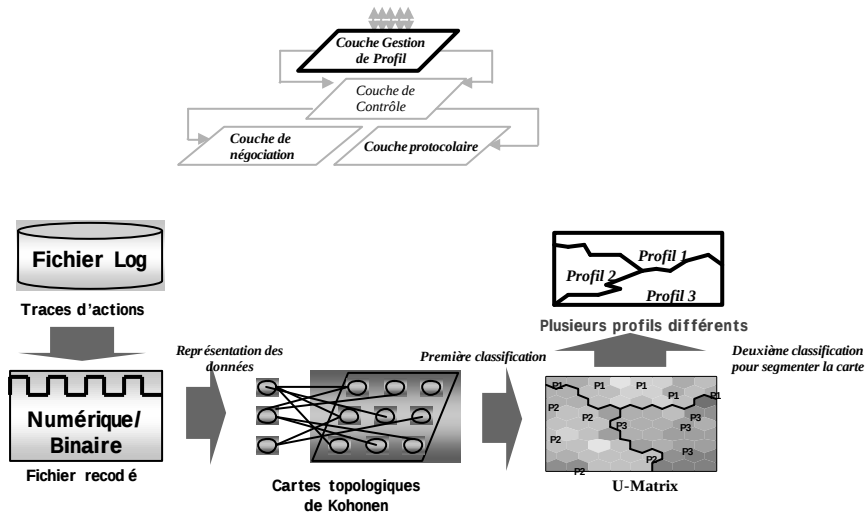


- Ajustement de l'offre à la demande
- Prédiction des besoins utilisateurs basée sur une approche neuronale

73

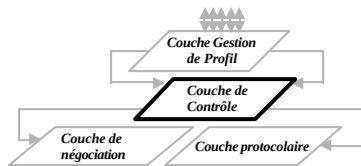
Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Interface de négociation dynamique



74

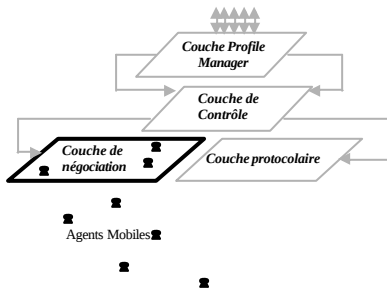
Interface de négociation dynamique



- Nouvelles offres des fournisseurs
 - ✓ Changement de fournisseur d'accès
- La satisfaction de l'utilisateur
- Respect du contrat des deux parties
 - ✓ Renégociation
- Information de contexte réseau

75

Interface de négociation dynamique



Pourquoi faire appel à la négociation ?

- Donner plus de liberté au client.
- Assurer une plus grande confidentialité.
- Il rend impossible la vente de surplus ou d'offres spéciales

Comment négocier ?

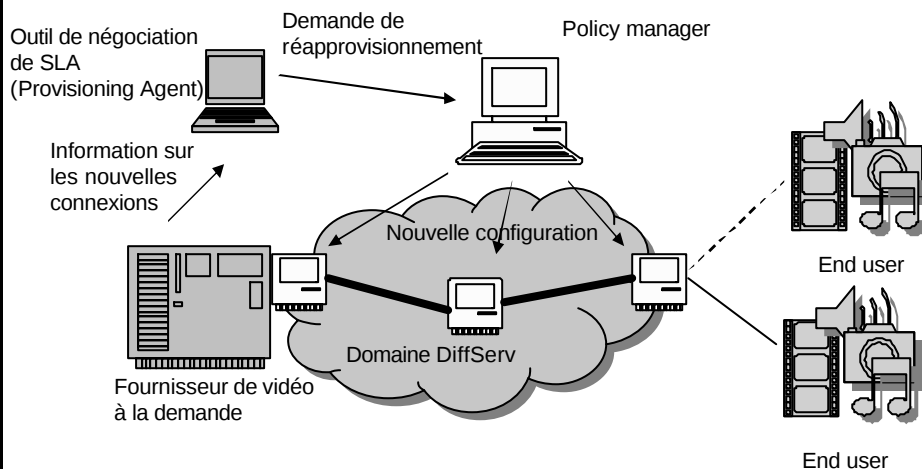
- En utilisant des agents mobiles qui vont migrer vers les fournisseurs de service.

- Agent coordinateur (utilisateur) : coordonne la négociation pour le compte de l'utilisateur
- Agent négociateur (fournisseur) : présente des services et négocie les termes des contrats pour le compte du fournisseur
- Agent négociateur : agent mobile envoyé par le coordinateur sur la plate forme d'un fournisseur pour surveiller la publication de nouvelles offres et négocier les termes des contrats.

76

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

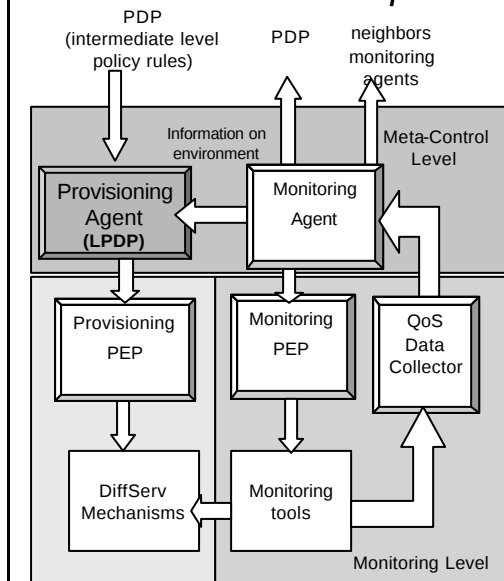
Architecture d'auto-adaptation



77

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Self management

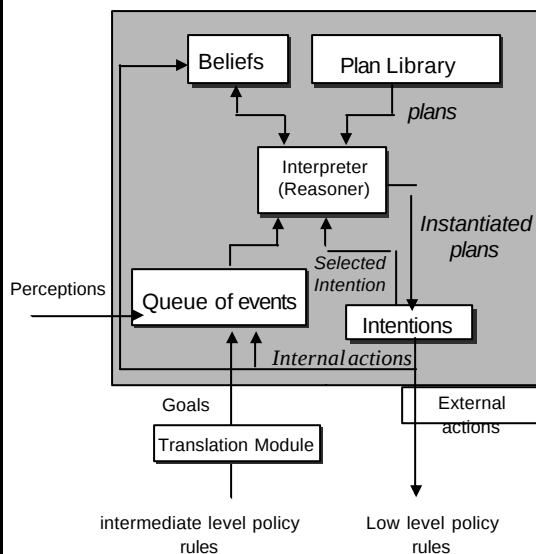


78

L'élément réseau

- a un niveau méta-contrôle qui lui permet d'adapter son comportement à la dynamique de l'environnement
- Ce niveau contient deux agents :
 - Le Provisioning Agent (LPDP)
 - Le Monitoring Agent

Self management



79

Le LPDP

- Sa rationalité est tournée vers l'exécution d'un ensemble de plans afin de maintenir une certaine QoS
- En fonction de l'état du réseau et des règles de politique envoyées par le PDP, il affecte de nouvelles règles de configuration au PEP

Self management

- **Croyances (Beliefs)** : information sur le système et l'état de l'environnement

Ex: *taille de file d'attente*

- **Désirs (Desires or goals)** : fournis par le PDP sous forme de règles de politiques

Ex: *phb EF*

- **Intentions** : plans à exécuter choisis par le LPDP
- Librairie de plans : ensemble de plans prédéfinis

Ex: *Plan-id: p012*

Trigger: phb EF + données observables

Context: valeurs données observables

Body: Classifier(..), Meter(..), Scheduler(..), Dropper(..)

80

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Self management

Apprentissage

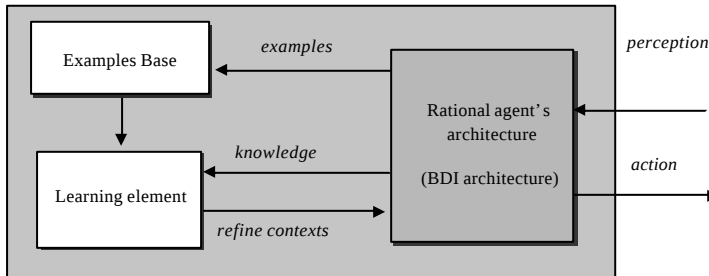
- Le succès ou l'échec dans l'exécution des plans du LPDP dépend de nombreux facteurs qui sont difficiles à identifier
 - **L'adaptation par l'apprentissage est la meilleure stratégie de configuration des politiques**
- Introduction d'un **module d'apprentissage**
 - Ce module permet au LPDP d'utiliser son expérience passée (c-a-d les instances qui ont réussi ou échoué dans un environnement et un contexte particulier) pour définir le contexte d'exécution de ses plans

81

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Self management

Architecture globale du LPDP



- Apprentissage supervisé
 - La base d'exemples contient des exemples étiquetés (succès ou échec) fournis par l'architecture BDI
 - En résultat, le module d'apprentissage propose des contextes raffinés d'exécution des plans à l'élément intentionnel

82

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Self management

Le processus d'apprentissage

- La base d'exemples est construite avant le processus d'apprentissage
 - Un exemple positif (*plan-id, e, success*) est construit chaque fois que l'agent intentionnel applique le plan *plan-id* dans un environnement *e*
 - Un exemple négatif (*plan-id, e, failure*) est construit chaque fois qu'un agent intentionnel détecte qu'un plan *plan-id* appliqué n'est plus valable dans l'environnement *e*
- La tâche d'apprentissage débute à la fin d'une séquence d'outputs de l'agent intentionnel
- A la fin du processus d'apprentissage, l'élément apprenant donne à l'agent intentionnel les contextes d'exécution modifiés des plans appliqués

83

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

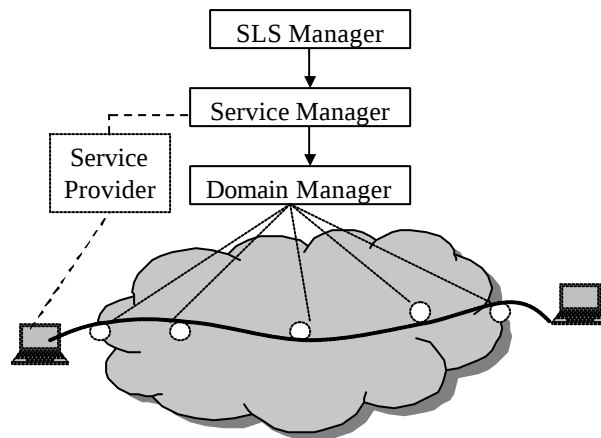
Self management

Avantages

- L'introduction du concept BDI permet au LPDP d'adapter son comportement de manière autonome
- En introduisant des méthodes d'apprentissage, le LPDP est capable d'utiliser ses actions passées pour améliorer ses actions futures
- Apprentissage distribué envisageable
 - Les LPDP ayant le même rôle (ex : situés dans les routeurs de coeur) échangent les contextes d'exécution modifiés de leurs plans

84

Architecture d'auto-adaptation



85

Self configuring

• L'objectif

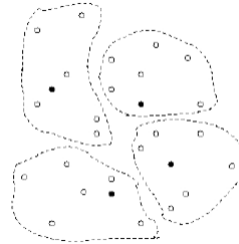
- Minimiser la consommation d'énergie des réseaux de capteurs sans fil
- Maximiser la durée de vie du réseau

• Algorithme de routage

- Basé sur le clustering

• Apprentissage connexionniste non supervisé

- Sous contraintes
- Nouvelles règles pour le choix du représentant

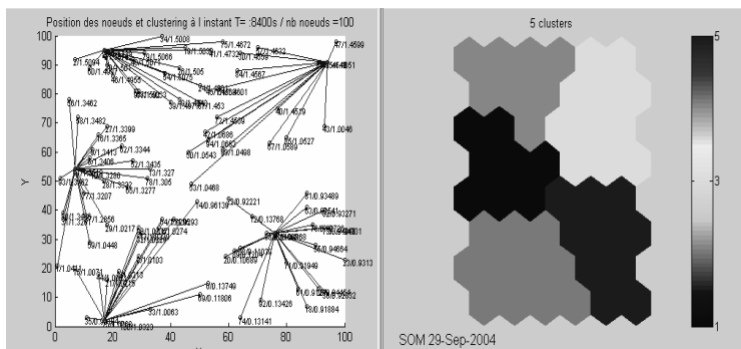


86

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Self organization

Interface du simulateur



Visualisation de l'état du réseau de capteurs et de la segmentation de la carte topologique de Kohonen $t = 8400s$

87

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Self organization

- **Comparaison avec algorithme LEACH-C**
- **Gains importants en durée de vie et quantité de messages**
- **Algorithme de routage**
 - Évolutif, non supervisé
 - Visualisation topologique
 - Chaîne de traitement automatique

88

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Plan

1. Introduction
2. Architecture
3. Première approche intéressante : Les politiques
4. Une vision agent du problème
5. Importance des techniques liées à l'apprentissage
6. Exemples
7. Conclusion

89

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Conclusion

- Introduction de la technologie agent et des politiques
 - Une solution pour la **gestion autonome**
- Les politiques permettent de guider les éléments autonomes en termes d'objectifs à atteindre, ou de service à rendre, charge à celui-ci de s'adapter
- Les agents permettent la modification dynamique des règles de politique
- **Apprentissage**

90

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Conclusion

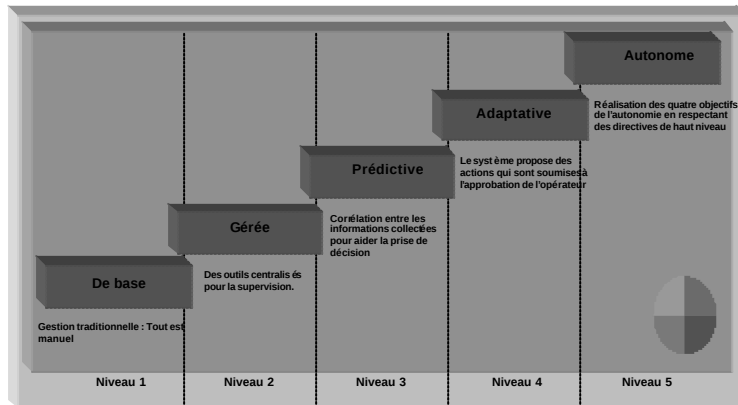
Enjeux importants

- ✓ Distribution
- ✓ Confiance
- ✓ Sécurité
- ✓ Apprentissage boîte blanche

91

Introduction	Architecture	Politiques	Agents	Apprentissage	Exemples	Conclusion
--------------	--------------	------------	--------	---------------	----------	------------

Évolution vers la gestion autonome



Un processus évolutif en 5 phases

92