

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives



# Un module d'apprentissage pour l'auto-configuration et l'auto-optimisation des réseaux IP offrant des garanties de qualité de service

Maïssa MBAYE, Francine Krief  
prenom.nom@{labri.fr}

Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique

Université Bordeaux 1

18 janvier 2007

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

- 1 Introduction
  - Contexte
    - DiffServ
    - Gestion autonome
  - Objectif
- 2 Apprentissage artificiel
- 3 Module d'apprentissage
  - Principe
  - Fonctionnement du Module
  - Alarmes
  - Etats du réseau
  - Actions
  - Base de Connaissances
  - Algorithme
  - Implémentation
- 4 Conclusion et Perspectives

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

- Augmentation en nombre des équipements utilisant IP
- Forte demande de QoS
- Solution : IntServ, DiffServ.
- Problème de gestion
- Gestion "autonome"

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

- Augmentation en nombre des équipements utilisant IP
- Forte demande de QoS
  - Solution : IntServ, DiffServ.
  - Problème de gestion
  - Gestion "autonome"

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

- Augmentation en nombre des équipements utilisant IP
- Forte demande de QoS
- Solution : IntServ, DiffServ.
- Problème de gestion
- Gestion "autonome"

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

- Augmentation en nombre des équipements utilisant IP
- Forte demande de QoS
- Solution : IntServ, DiffServ.
- Problème de gestion
- Gestion "autonome"

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

- Augmentation en nombre des équipements utilisant IP
- Forte demande de QoS
- Solution : IntServ, DiffServ.
- Problème de gestion
- Gestion "autonome"

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

## Information de QoS

- utilisation du champ ToS de l'entête IP
- DSCP identifiant d'un service

## PHB

Traitement à effectuer sur un paquet avant la retransmission

- BE (BEST-EFFORT)
- AF (ASSURED FORWARDING)
- EF (EXPEDITED FORWARDING)
- CS (CLASS SELECTOR)

Type de gestion de la configuration  $\Rightarrow$  Gestion par politique

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

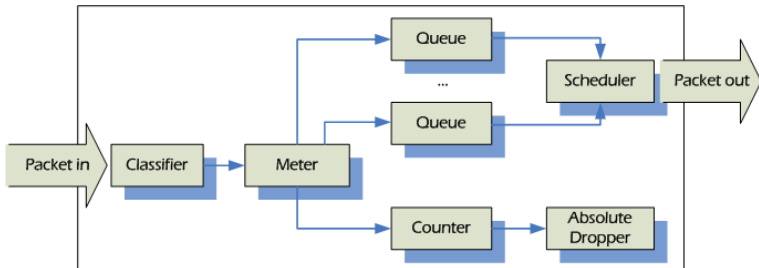
Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives



Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

## Création de systèmes capables de :

- S'autogérer
- S'auto-organiser
- Sans intervention humaine
- Guidés par des politiques de haut niveau fournies par l'administrateur réseau

## Objectifs :

- Auto-configuration
- Auto-optimisation
- Auto-restauration
- Auto-protection

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

Création de systèmes capables de :

- S'autogérer
- S'auto-organiser
- Sans intervention humaine
- Guidés par des politiques de haut niveau fournies par l'administrateur réseau

Objectifs :

- Auto-configuration
- Auto-optimisation
- Auto-restauration
- Auto-protection

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

Création de systèmes capables de :

- S'autogérer
- S'auto-organiser
- Sans intervention humaine
- Guidés par des politiques de haut niveau fournies par l'administrateur réseau

Objectifs :

- Auto-configuration
- Auto-optimisation
- Auto-restauration
- Auto-protection

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

Création de systèmes capables de :

- S'autogérer
- S'auto-organiser
- Sans intervention humaine
- Guidés par des politiques de haut niveau fournies par l'administrateur réseau

Objectifs :

- Auto-configuration
- Auto-optimisation
- Auto-restauration
- Auto-protection

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

Création de systèmes capables de :

- S'autogérer
- S'auto-organiser
- Sans intervention humaine
- Guidés par des politiques de haut niveau fournies par l'administrateur réseau

Objectifs :

- Auto-configuration
- Auto-optimisation
- Auto-restauration
- Auto-protection

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

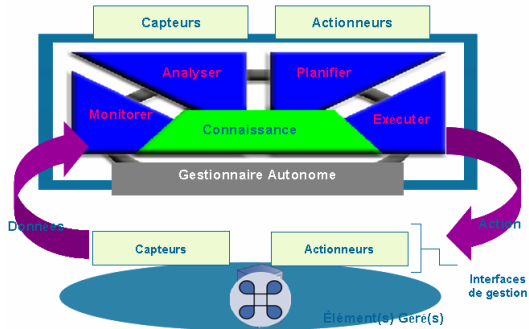


FIG.: Element autonome

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

## Comment atteindre l'autonomie ?

- Agent
- Apprentissage artificiel
- Ingénierie

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

## Comment atteindre l'autonomie ?

- Agent
- Apprentissage artificiel
- Ingénierie

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

## Comment atteindre l'autonomie ?

- Agent
- Apprentissage artificiel
- Ingénierie

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

## Fonctions de gestion autonome

- auto-optimisation.
- auto-optimisation

de règles de configuration.

## Moyens

Apprentissage artificiel

## Environnement

DiffServ

Le tout dans un module d'apprentissage.

## 1 Introduction

- Contexte
  - DiffServ
  - Gestion autonome
- Objectif

## 2 Apprentissage artificiel

## 3 Module d'apprentissage

- Principe
- Fonctionnement du Module
- Alarmes
- Etats du réseau
- Actions
- Base de Connaissances
- Algorithme
- Implémentation

## 4 Conclusion et Perspectives

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

## Définition 1

L'apprentissage c'est la capacité à améliorer les performances au fur et à mesure de l'exercice d'une activité

↳ Activité

## Définition 2

Toute méthode permettant de construire un modèle de la réalité à partir de données, soit en améliorant un modèle partiel ou moins général, soit en créant complètement le modèle.

↳ Représentation

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

## Définition 1

L'apprentissage c'est la capacité à améliorer les performances au fur et à mesure de l'exercice d'une activité

↳ **Activité**

## Définition 2

Toute méthode permettant de construire un modèle de la réalité à partir de données, soit en améliorant un modèle partiel ou moins général, soit en créant complètement le modèle.

↳ Représentation

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

## Définition 1

L'apprentissage c'est la capacité à améliorer les performances au fur et à mesure de l'exercice d'une activité

↳ **Activité**

## Définition 2

Toute méthode permettant de construire un modèle de la réalité à partir de données, soit en améliorant un modèle partiel ou moins général, soit en créant complètement le modèle.

↳ **Représentation**

## Objectifs de l'apprentissage

- reconnaissance
- généralisation
- adaptation
- amélioration
- optimisation

## Domaine

- l'apprentissage symbolique  $\implies$  intelligence artificielle
- l'apprentissage numérique  $\implies$  Mathématiques

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

**Apprentissage...**

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

## Apprentissage

- Par renforcement : apprendre à choisir une action
- Incrémental : apprendre dans la durée
- ...

1

## Introduction

- Contexte
  - DiffServ
  - Gestion autonome
- Objectif

2

## Apprentissage artificiel

3

## Module d'apprentissage

- Principe
- Fonctionnement du Module
- Alarmes
- Etats du réseau
- Actions
- Base de Connaissances
- Algorithme
- Implémentation

4

## Conclusion et Perspectives

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

- Modifier (si nécessaire) une base de règle par rapport à l'état du réseau
  - soit en redistribuant la bande passante
  - soit en agissant sur les éléments TCB
- Garder le résultat des incidences de cette modification sur l'état de l'élément.
- Utiliser cette connaissance pour la prochaine modification

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

- Modifier (si nécessaire) une base de règle par rapport à l'état du réseau
  - soit en redistribuant la bande passante
  - soit en agissant sur les éléments TCB
- Garder le résultat des incidences de cette modification sur l'état de l'élément.
- Utiliser cette connaissance pour la prochaine modification

Un module d'apprentissage pour l'auto-configuration et ...

MBAIE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

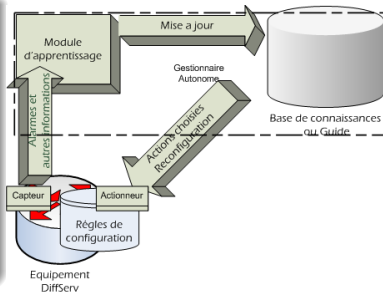
Algorithme

Implémentation

Conclusion et Perspectives

## A définir

- Entrées (alarmes, base de règle)
- Algorithme
- Actions possibles
- Etats
- Base de Connaissances



Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

Nature :

## Définition

Ce sont des éléments de **CL x EVT<sup>2</sup> x R**

- CL est l'ensemble des classes AF1.1 ,AF1.2 et BE ( )  
=AF1.1, AF1.2 ,BE.
- EVT est un événement qui correspond à un état du réseau.
- R est l'ensemble des règles de configuration qui sont sur L'équipement.

Fréquence :

## Définition

Une alarme est déclenchée à chaque fois qu'il y'a changement d'état au niveau de l'équipement

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du reseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

| Numéro | Etat             | Condition                        |
|--------|------------------|----------------------------------|
| 1      | SousUtiliseBW    | $RBW^a (AF) \leq 20\% BW^b (AF)$ |
| 2      | BesoinBW         | $RBW (AF) \geq 80\% BW (AF)$     |
| 3      | LegerCongestion  | $Perte^c (AF) \leq 20\%$         |
| 4      | Congestion       | $20\% < Perte (AF) \leq 50\%$    |
| 5      | SevereCongestion | $50\% < Perte (AF) \leq 20\%$    |

<sup>a</sup>Bande passante réelle utilisée

<sup>b</sup>Bande passante réservée

<sup>c</sup>Pertes actuelles

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

## Définition

- **Ensembliste**
  - AjouterRegle(Condition, Actions)
  - InhiberRegle(NumeroRegle)
  - SupprimerRegle(NumeroRegle)
- **Sur une règle**
  - ChangerScheduler(NouveauSched)
  - ChangerQueuer(NouveauQueuer)
  - MajShaper(NouvellesParams)
  - ChangerCondition(Anciennes, Nouvelles)
  - RedistributionBW()

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

|       | $Etat_1$                 | $Etat_2$                 | ... | $Etat_i$                     | ... | $Etat_m$                 |
|-------|--------------------------|--------------------------|-----|------------------------------|-----|--------------------------|
| $A_1$ | $(0,0)$                  | $(0,0)$                  | ... | $(pr^a(i,A_1), pd^b(i,A_1))$ | ... | $(pr(m,A_1), pd(m,A_1))$ |
| $A_2$ | $(1,4)$                  | $(2,7)$                  | ... | $(pr(i,A_2), pd(i,A_2))$     | ... | $(pr(m,A_2), pd(m,A_2))$ |
| ...   | ...                      | ...                      | ... | ...                          | ... | ...                      |
| $A_i$ | $(pr(1,A_i), pd(1,A_i))$ | $(pr(2,A_i), pd(2,A_i))$ | ... | $(pr(i,A_i), pd(i,A_i))$     | ... | $(pr(m,A_i), pd(m,A_i))$ |
| ...   | ...                      | ...                      | ... | ...                          | ... | ...                      |
| $A_n$ | $(pr(1,A_n), pd(1,A_n))$ | $(pr(2,A_n), pd(2,A_n))$ | ... | $(pr(i,A_n), pd(i,A_n))$     | ... | $(pr(m,A_n), pd(m,A_n))$ |

<sup>a</sup>Priorité de l'action  $A_1$  pour l'état  $i$

<sup>b</sup>Poids de l'action  $A_1$  pour l'état  $i$

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

Aucune solution existante (provenant de l'apprentissage)  
n'est adaptée à la structure des règles de politique

Inspiré de

- ILA (incremental)
- Q-learning (par renforcement).

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

Aucune solution existante (provenant de l'apprentissage)  
n'est adaptée à la structure des règles de politique

Inspiré de

- ILA (incremental)
- Q-learning (par renforcement).

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

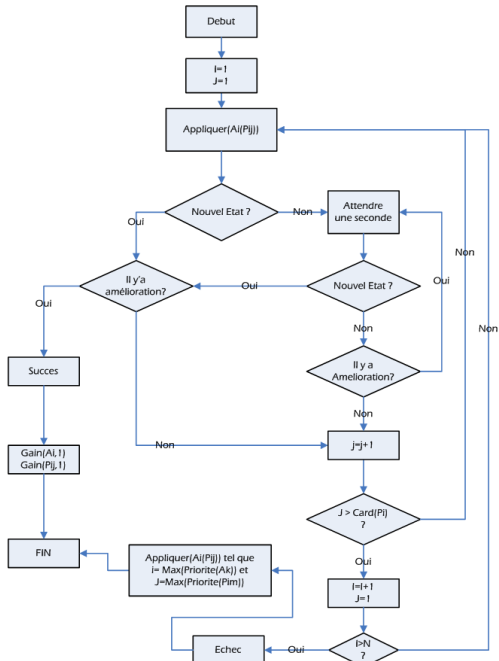
Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives





Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

Mesure comportemental par capture periodique de la base de connaissances.

- Dépendance assez forte par rapport à l'homme.
- Suivant les propriétés initiales

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

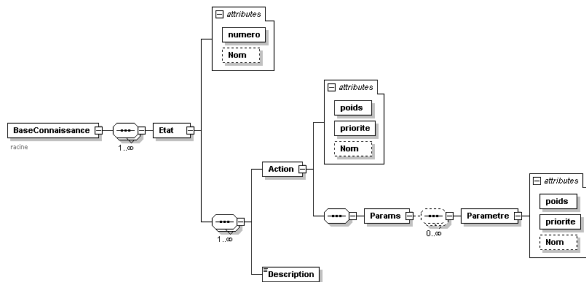
Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives



1

## Introduction

- Contexte
  - DiffServ
  - Gestion autonome
- Objectif

2

## Apprentissage artificiel

3

## Module d'apprentissage

- Principe
- Fonctionnement du Module
- Alarmes
- Etats du réseau
- Actions
- Base de Connaissances
- Algorithme
- Implémentation

4

## Conclusion et Perspectives

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives

## Perspectives :

- Gestion et apprentissage distribué
  - Définition d'un algorithme et d'un protocole de partage de connaissances
  - Déterminer la portée du partage
  - définition plus précise de ce qu'est la connaissance
- Tests de performance
- ontologie
- logique floue pour l'estimation de l'impact d'une action sur le réseau
- Preuve mathématique avec les automates
- ...

Un module  
d'apprentissage  
pour  
l'auto-configuration  
et ...

MBAYE, KRIEF

Plan

Introduction

Contexte

Objectif

Apprentissage...

Module...

Principe

Fonctionnement...

Alarmes

Etats du réseau

Actions

Base de ...

Algorithme

Implémentation

Conclusion et  
Perspectives



That's all folks !