

# Supervision des réseaux et services pair à pair

## Présentation des travaux de Thèse

Guillaume Doyen

LORIA - Université Henri Poincaré

pour l'obtention du  
Doctorat en Informatique de l'université Henri Poincaré  
Thèse dirigée par Olivier Festor et Emmanuel Nataf



# Plan de la présentation

## 1 Contexte

- Le modèle pair à pair
- Les tables de hachage distribuées
- Problématique

## 2 Modélisation des informations de gestion

- Extension de CIM pour les réseaux et services P2P
- Supervision de la plate-forme Jxta

## 3 Monitoring de la performance des DHTs

- Modèle d'abstraction orienté performance
- Application à la DHT Chord

## 4 Organisation du plan de supervision

- Conception d'une approche hiérarchique
- Evaluation de l'architecture de gestion sur Pastry

## 5 Conclusions et perspectives



# Plan de la présentation

## 1 Contexte

- Le modèle pair à pair
- Les tables de hachage distribuées
- Problématique

## 2 Modélisation des informations de gestion

- Extension de CIM pour les réseaux et services P2P
- Supervision de la plate-forme Jxta

## 3 Monitoring de la performance des DHTs

- Modèle d'abstraction orienté performance
- Application à la DHT Chord

## 4 Organisation du plan de supervision

- Conception d'une approche hiérarchique
- Evaluation de l'architecture de gestion sur Pastry

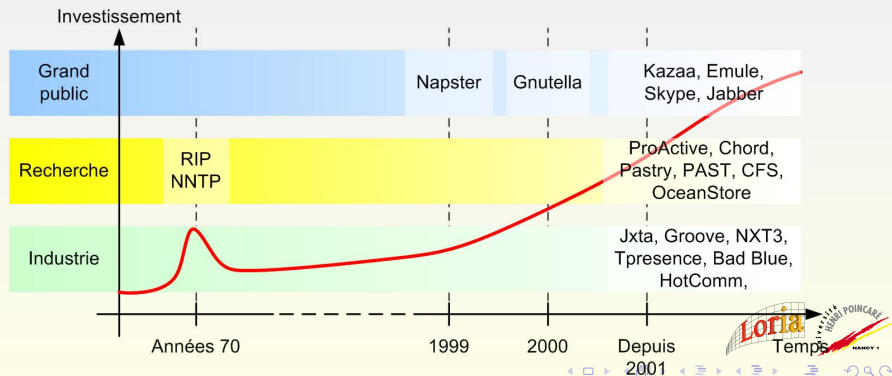
## 5 Conclusions et perspectives



# Introduction

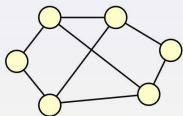
## Définition du modèle pair à pair

Le terme **pair à pair** (P2P) désigne un **modèle distribué** où les entités appelées **pairs** jouent le double rôle de **client et serveur** et interagissent afin d'offrir à une communauté un **service** de manière **décentralisée**.

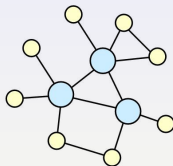


# Caractéristiques et applications

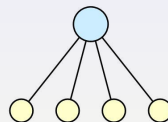
## Pur



## Hybride



## Centralisé



- Décentralisation
- Auto-Organisation
- Connectivité *Ad Hoc*
- Réseau virtuel

- Domaines d'application
  - Plate-formes de développement
  - Partage et distribution de contenu
  - Collaboration
  - Calcul distribué

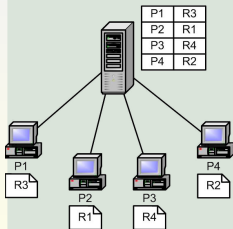
# Découverte et localisation de ressources

## Problème

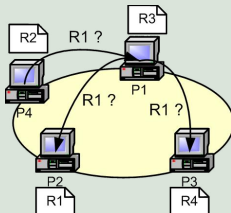
Comment découvrir et accéder à des ressources dans l'environnement dynamique et décentralisé induit par le modèle P2P ?

## Plusieurs solutions sont envisagées

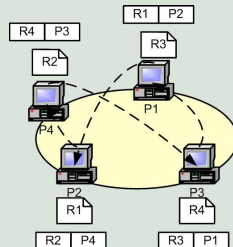
- Annuaire centralisé



- Propagation par inondation

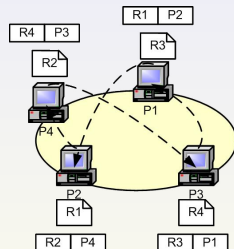


- Table de hachage distribuée



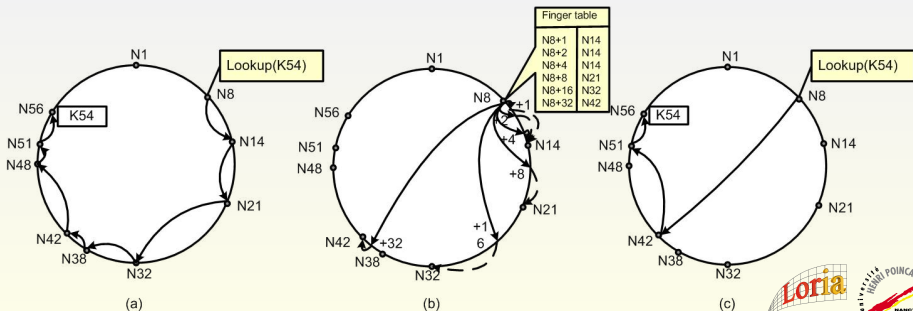
# Principe

- Distribution de la table de référence des ressources
  - Fonction de hachage unique pour les pairs et les ressources
  - Règle d'association entre les pairs et les ressources
  - Processus de routage  
PeerId Lookup(ResourceId)
- Propriétés
  - Fiabilité
  - Performance
  - Passage à l'échelle
  - Equilibre de la charge et du trafic
  - Tolérance aux fautes
  - Coût de maintenance



# Exemple de DHT : Chord

- Déployé dans CFS, ConChord et DDNS
- Topologie en anneau
- Chaque pair  $n$  héberge les clés  $]precedent(n)[$
- Utilisation de *fingers*
- Routage en  $\log(N)$  sauts





# Problématique

- Contexte actuel
  - Utilisation dans des environnements contraints (entreprises, universités, administrations, ...)
  - Besoin d'assurer une qualité de service
- Limites des approches standards
  - Trop centralisées
  - Passage à l'échelle
  - Gestion de la dynamique du modèle
- Propositions existantes de supervision du modèle P2P
  - Approches incitatives
    - Modèles économiques
    - Systèmes de confiance et de réputation
  - Gestion de la topologie virtuelle
  - Approches intégrées au service

## Objectif

Concevoir des paradigmes de gestion adaptée aux caractéristiques du modèle P2P et compatibles avec les approches standard de la gestion

# Plan de la présentation

- 1 Contexte
  - Le modèle pair à pair
  - Les tables de hachage distribuées
  - Problématique
- 2 **Modélisation des informations de gestion**
  - Extension de CIM pour les réseaux et services P2P
  - Supervision de la plate-forme Jxta
- 3 Monitoring de la performance des DHTs
  - Modèle d'abstraction orienté performance
  - Application à la DHT Chord
- 4 Organisation du plan de supervision
  - Conception d'une approche hiérarchique
  - Evaluation de l'architecture de gestion sur Pastry
- 5 Conclusions et perspectives



# Modélisation des informations de gestion

## Choix et formalisme d'expression des objets gérés ?

- Quoi gérer ?
  - Quelles informations sont à intégrer dans un modèle de l'information ?
- Comment représenter ces informations ?
  - Quel formalisme choisir pour exprimer un modèle de l'information ?

## Notre contribution

- Modèle de l'information
  - Générique à toute application P2P
  - Abstraction complète des concepts du modèle P2P



# Choix d'un formalisme d'expression des objets gérés

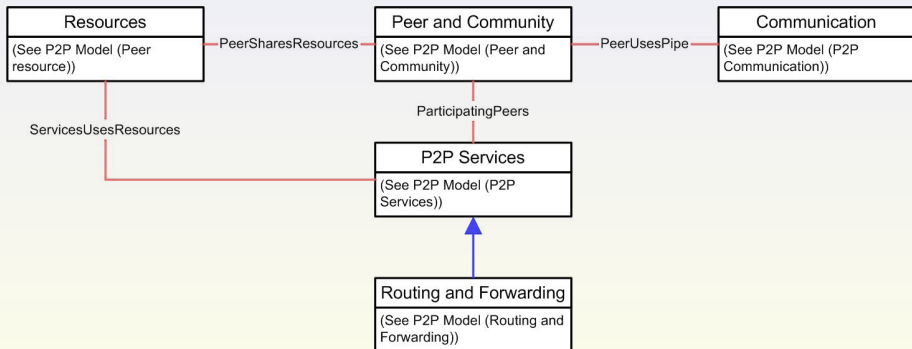
## CIM : Le modèle commun de l'information

- Approche standard proposée par le DMTF
- Gestion des équipements, réseaux et services
- Formalisme orienté objet
  - Description graphique type UML
  - Langage support : MOF
- Modèle de l'information
  - Modèle *Core*
  - Modèle *Common*
- Schémas d'extension

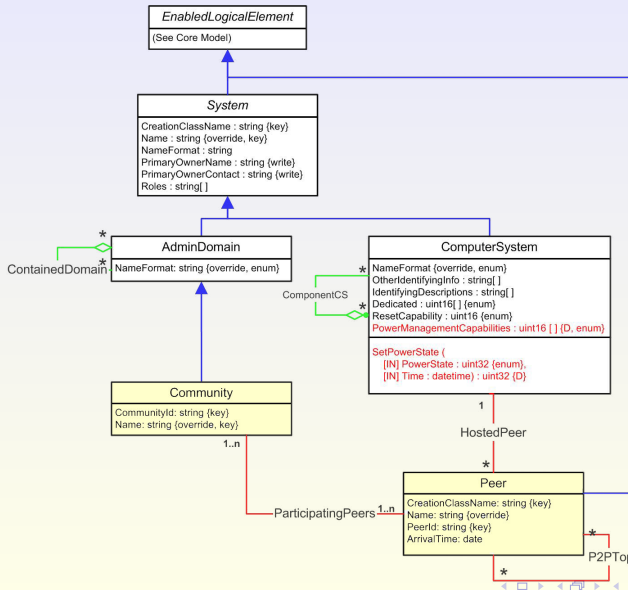


# Notre proposition [ICT'04]

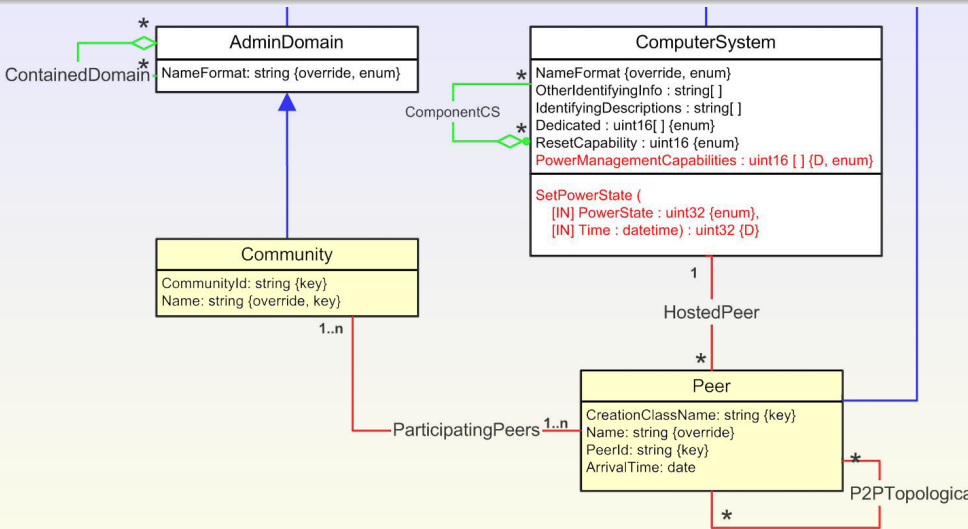
- Schéma d'extension de CIM
- Concepts communs à toutes les infrastructures P2P



# Modèle de l'organisation



# Modèle de l'organisation



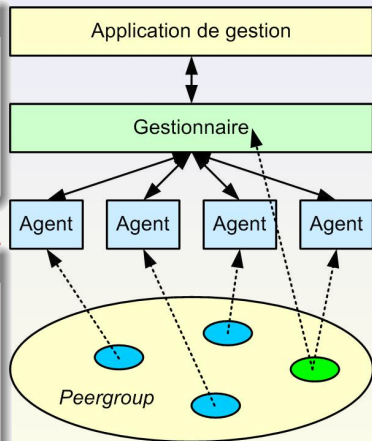
# Application à la plate-forme Jxta [Sun 01]

## Objectifs

- Validation du modèle de l'information
- Mise en oeuvre d'une architecture centralisée
- Projet RNRT Safari

## The Metering and Monitoring Project

- Instrumentation de la plate-forme
- Service de monitoring
- Console d'administration distante
- Gestion de Jxta à travers Jxta





# Spécialisation du modèle de l'information

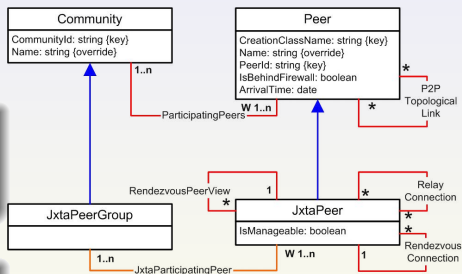
- Aspects
  - Organisation
  - Communication
  - Services
- Instrumentation MMP

## Problème

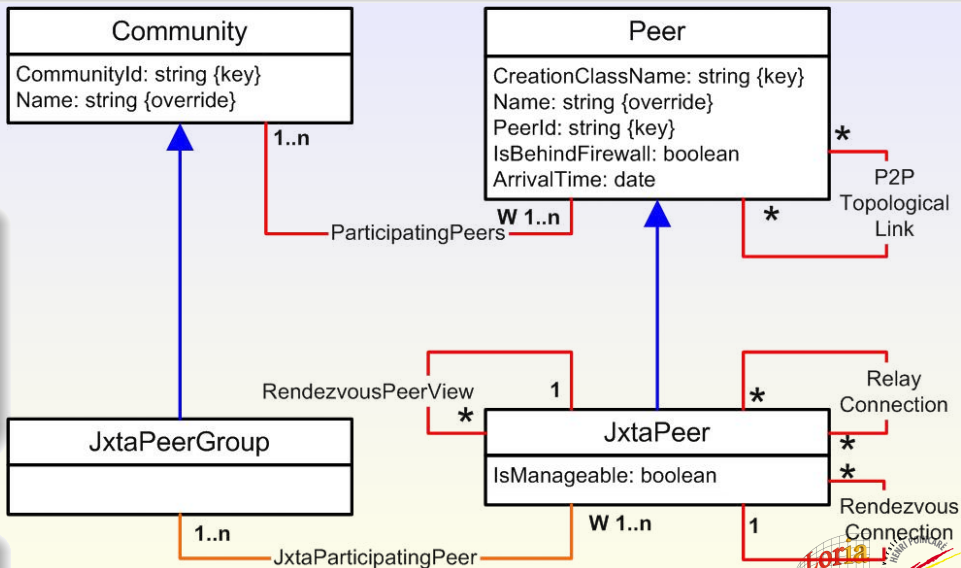
Où stocker les instances partagées ?

## Notre solution

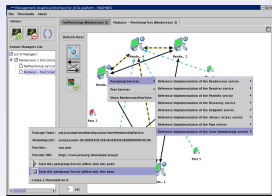
- Utilisation de deux vues
  - Vue locale
  - Vue globale



# Spécialisation du modèle de l'information

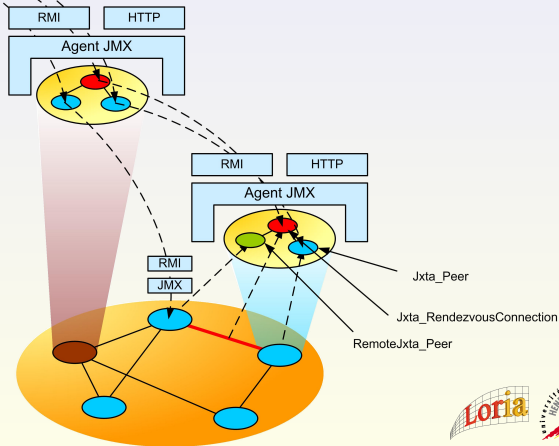


# Schéma des différentes vues



Application de gestion

Topologie Jxta



# Synthèse

- Modèle de l'information
  - Extension de CIM pour les réseaux et services P2P
  - Générique à toute application P2P
  - Abstraction des concepts
- JXTA
  - Spécialisation et instanciation du modèle générique
  - Expérimentation d'une architecture centralisée
  - Développement d'une application de monitoring



# Plan de la présentation

- 1 Contexte
  - Le modèle pair à pair
  - Les tables de hachage distribuées
  - Problématique
- 2 Modélisation des informations de gestion
  - Extension de CIM pour les réseaux et services P2P
  - Supervision de la plate-forme Jxta
- 3 **Monitoring de la performance des DHTs**
  - **Modèle d'abstraction orienté performance**
  - **Application à la DHT Chord**
- 4 Organisation du plan de supervision
  - Conception d'une approche hiérarchique
  - Evaluation de l'architecture de gestion sur Pastry
- 5 Conclusions et perspectives



# Problématique

## Besoin de monitorer la performance

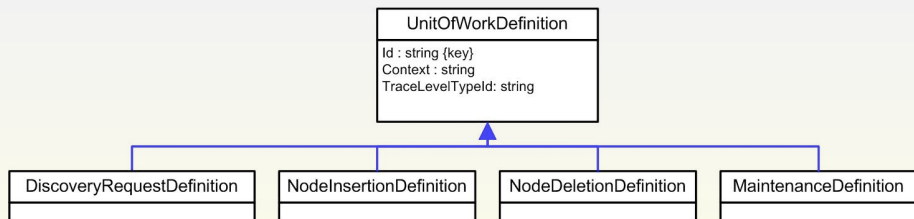
- Performances statiques des DHTs
  - $O(\log(N))$ ,  $O(1)$
- Travaux d'évaluation
  - Modèles analytiques
  - Simulations

## Notre contribution [EUNICE'05]

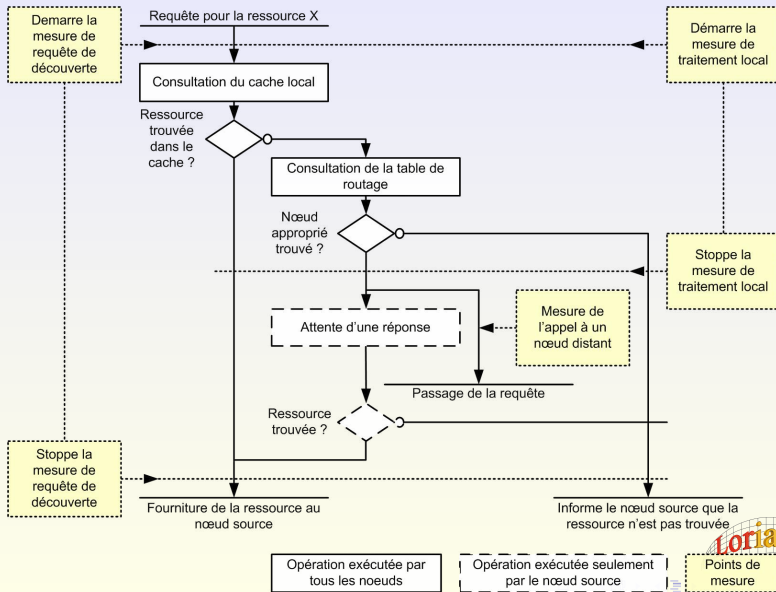
- Evaluation par la mesure
- Modèle de l'information
  - Fondé sur le modèle de métriques de CIM
  - Etend notre modèle de l'information générique
- Orienté performance
- Evaluation dans un cadre de déploiement réel

# Définition des unités de travail

- Processus génériques à toute DHT
  - Processus de localisation
  - Processus de maintenance
  - Processus d'insertion pour les nœuds et les clés
  - Processus de retrait pour les nœuds et les clés

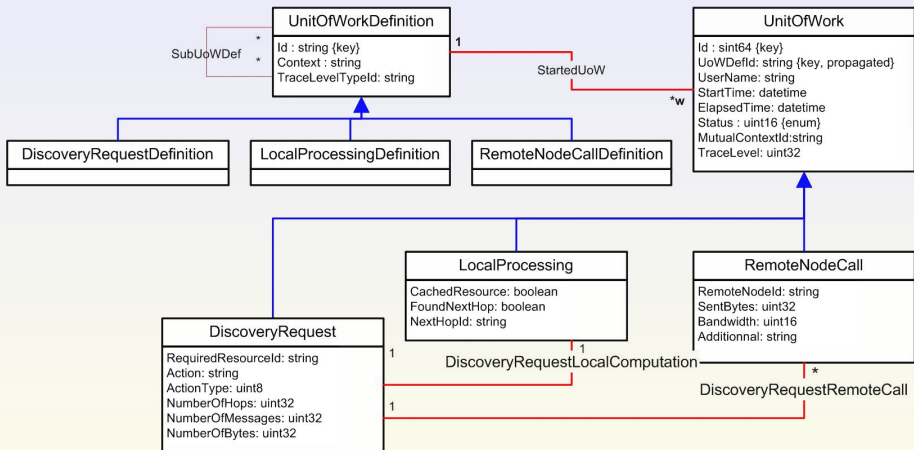


# Abstraction du processus de localisation





# Modélisation du processus de localisation

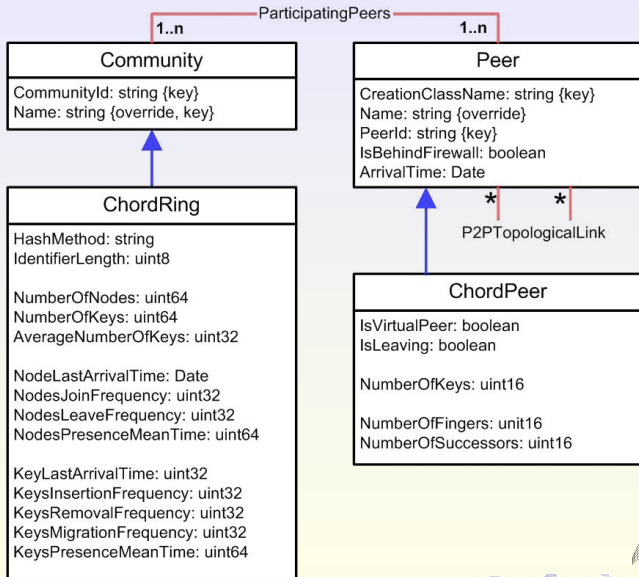


# Application à la DHT Chord [MMNS'04]

- Définition de métriques
  - Dynamique de l'anneau
    - Fréquence d'insertion et de retrait des nœuds et des clés
    - Temps de présence moyen
  - Performance du processus de localisation
    - Nombre moyen de sauts pour acheminer les requêtes
  - Equilibre des clés
    - Ecart des nœuds par rapport à la moyenne
  - Cohérence des tables de routage
    - Cohérence de l'anneau
    - Cohérence de la liste de suivants
    - Cohérence des *fingers*



# Modèle de l'information



# Synthèse

- Monitoring de la performance des DHTs
  - Nécessaire dans le cadre d'un déploiement
  - Abstraction du fonctionnement d'une DHT
  - Définition d'un ensemble de métriques
  - Extension de notre modèle de l'information générique
- Instanciation sur Chord
  - Application à une infrastructure concrète
  - Spécialisation par l'intégration de métriques dédiées



# Plan de la présentation

- 1 Contexte
  - Le modèle pair à pair
  - Les tables de hachage distribuées
  - Problématique
- 2 Modélisation des informations de gestion
  - Extension de CIM pour les réseaux et services P2P
  - Supervision de la plate-forme Jxta
- 3 Monitoring de la performance des DHTs
  - Modèle d'abstraction orienté performance
  - Application à la DHT Chord
- 4 **Organisation du plan de supervision**
  - **Conception d'une approche hiérarchique**
  - **Evaluation de l'architecture de gestion sur Pastry**
- 5 Conclusions et perspectives



# Motivations

## Problématique

- Notre modèle de l'information
  - Qui crée les instances d'objets gérés ?
  - Où sont stockées ces instances ?
  - Qui y accède ?
  - Comment y accède-t-on ?
- Comment organise-t-on le plan de gestion ?

## Plusieurs solutions

- Architecture centralisée
  - Contraire aux caractéristiques du modèle P2P
- Solution distribuée (P2P)
  - Complexe (synchronisation, autorité, ...)
- Notre proposition : une solution hybride

# Notre proposition [GRES'05]

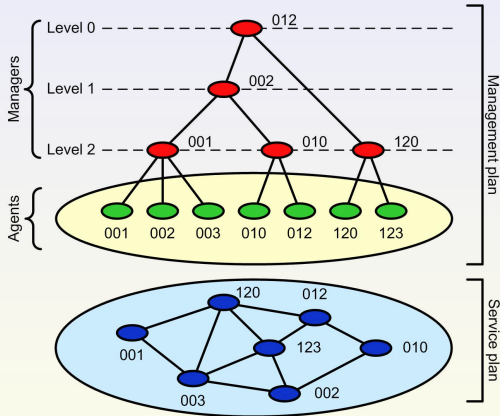
- Organisation hiérarchique du plan de gestion

- Motivations

- Structure adaptée au fonctions d'agrégation (*Sum, Min, Count, ...*)
- Approche standard de gestion

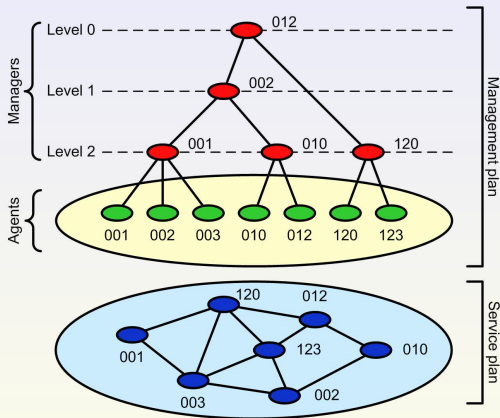
- Contraintes

- Distribution du rôle de gestionnaire
- Equilibre de la structure
- Election des gestionnaires
- Maîtrise de la profondeur



# Principes de construction

- 1 Rôle des pairs
  - Feuilles : agents
  - Nœuds supérieurs aux feuilles : gestionnaires
- 2 Identification : Service
- 3 Construction par préfixe commun
- 4 Poids de nœuds
- 5 Election des gestionnaires





# Définition formelle

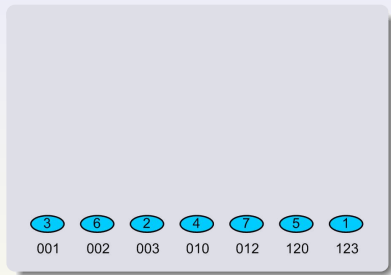
## Tree definition

- 1  $P_{-1} \leftarrow \emptyset$
- 2  $\forall L \in \lambda$
- 3  $\forall n \in N$
- 4  $Q_{d_1 \dots d_L} \leftarrow Q_{d_1 \dots d_L} \cup \{n \mid n.Prefix(L) = d_1 \dots d_L\}$
- 5  $P_L \leftarrow \{Q_{d_1 \dots d_L} \mid Q_{d_1 \dots d_L} \neq \emptyset, 0 \leq d_i < B, 1 \leq i \leq L\}$
- 6  $\forall P \in P_L \setminus \{P_L \cap P_{L-1}\}$
- 7  $G \leftarrow G \cup \{n \mid n \in P, n \notin G, n.Weight() = \max(p.Weight(), p \in P)\}$

# Exemple

## Initialisation

- $B = 4, D = 3$
- $P_{-1} = \emptyset, G = \emptyset$



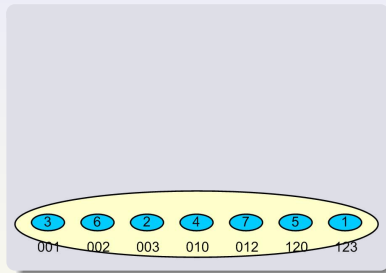
# Exemple

## Initialisation

- $B = 4, D = 3$
- $P_{-1} = \emptyset, G = \emptyset$

## Construction

- $N = 0$



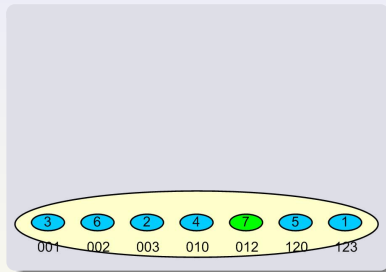
# Exemple

## Initialisation

- $B = 4, D = 3$
- $P_{-1} = \emptyset, G = \emptyset$

## Construction

- $N = 0$ 
  - $G = \{\emptyset\}$
  - $P_0 = \{\{001, 002, 003, 010, 012, 120, 123\}\}$
  - $P_0 \setminus \{P_0 \cap P_{-1}\} = P_0$



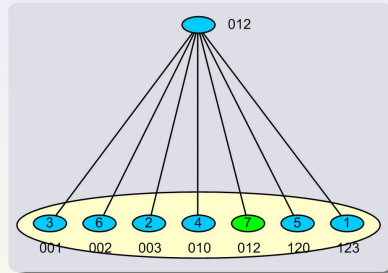
# Exemple

## Initialisation

- $B = 4, D = 3$
- $P_{-1} = \emptyset, G = \emptyset$

## Construction

- $N = 0$ 
  - $G = \{\emptyset\}$
  - $P_0 = \{\{001, 002, 003, 010, 012, 120, 123\}\}$
  - $P_0 \setminus \{P_0 \cap P_{-1}\} = P_0$
  - Election de 012



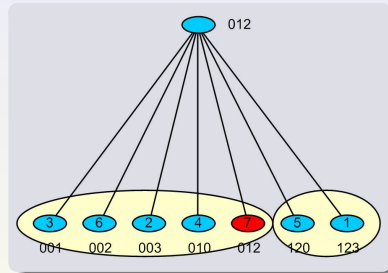
# Exemple

## Initialisation

- $B = 4, D = 3$
- $P_{-1} = \emptyset, G = \emptyset$

## Construction

- $N = 0$ 
  - $G = \{\emptyset\}$
  - $P_0 = \{\{001, 002, 003, 010, 012, 120, 123\}\}$
  - $P_0 \setminus \{P_0 \cap P_{-1}\} = P_0$
  - Election de 012
- $N = 1$



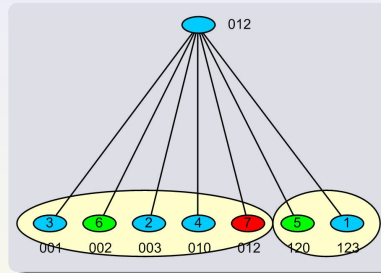
# Exemple

## Initialisation

- $B = 4, D = 3$
- $P_{-1} = \emptyset, G = \emptyset$

## Construction

- $N = 0$ 
  - $G = \{\emptyset\}$
  - $P_0 = \{\{001, 002, 003, 010, 012, 120, 123\}\}$
  - $P_0 \setminus \{P_0 \cap P_{-1}\} = P_0$
  - Election de 012
- $N = 1$ 
  - $G = \{012\}$
  - $P_1 = \{\{001, 002, 003, 010, 012\}, \{120, 123\}\}$
  - $P_1 \setminus \{P_1 \cap P_0\} = P_1$



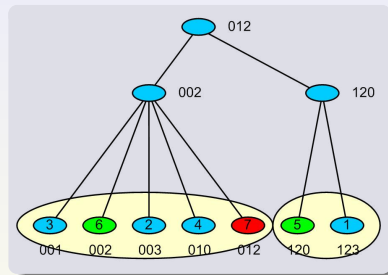
# Exemple

## Initialisation

- $B = 4, D = 3$
- $P_{-1} = \emptyset, G = \emptyset$

## Construction

- $N = 0$ 
  - $G = \{\emptyset\}$
  - $P_0 = \{\{001, 002, 003, 010, 012, 120, 123\}\}$
  - $P_0 \setminus \{P_0 \cap P_{-1}\} = P_0$
  - Election de 012
- $N = 1$ 
  - $G = \{012\}$
  - $P_1 = \{\{001, 002, 003, 010, 012\}, \{120, 123\}\}$
  - $P_1 \setminus \{P_1 \cap P_0\} = P_1$
  - Election de 002 et 120





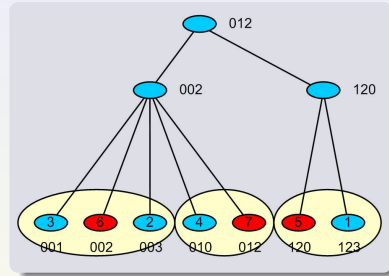
# Exemple

## Initialisation

- $B = 4, D = 3$
- $P_{-1} = \emptyset, G = \emptyset$

## Construction

- $N = 0$ 
  - $G = \{\emptyset\}$
  - $P_0 = \{\{001, 002, 003, 010, 012, 120, 123\}\}$
  - $P_0 \setminus \{P_0 \cap P_{-1}\} = P_0$
  - Election de 012
- $N = 1$ 
  - $G = \{012\}$
  - $P_1 = \{\{001, 002, 003, 010, 012\}, \{120, 123\}\}$
  - $P_1 \setminus \{P_1 \cap P_0\} = P_1$
  - Election de 002 et 120
- $N = 2$



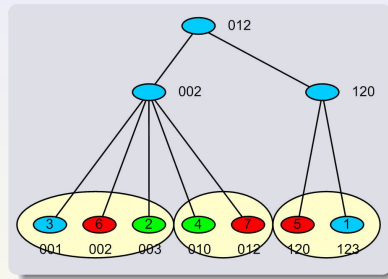
# Exemple

## Initialisation

- $B = 4, D = 3$
- $P_{-1} = \emptyset, G = \emptyset$

## Construction

- $N = 0$ 
  - $G = \{\emptyset\}$
  - $P_0 = \{\{001, 002, 003, 010, 012, 120, 123\}\}$
  - $P_0 \setminus \{P_0 \cap P_{-1}\} = P_0$
  - Election de 012
- $N = 1$ 
  - $G = \{012\}$
  - $P_1 = \{\{001, 002, 003, 010, 012\}, \{120, 123\}\}$
  - $P_1 \setminus \{P_1 \cap P_0\} = P_1$
  - Election de 002 et 120
- $N = 2$ 
  - $G = \{012, 002, 120\}$
  - $P_2 = \{\{001, 002, 003\}, \{010, 012\}, \{120, 123\}\}$
  - $P_2 \setminus \{P_2 \cap P_1\} = \{\{001, 002, 003\}, \{010, 012\}\}$



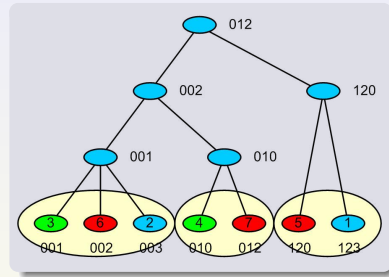
# Exemple

## Initialisation

- $B = 4, D = 3$
- $P_{-1} = \emptyset, G = \emptyset$

## Construction

- $N = 0$ 
  - $G = \{\emptyset\}$
  - $P_0 = \{\{001, 002, 003, 010, 012, 120, 123\}\}$
  - $P_0 \setminus \{P_0 \cap P_{-1}\} = P_0$
  - Election de 012
- $N = 1$ 
  - $G = \{012\}$
  - $P_1 = \{\{001, 002, 003, 010, 012\}, \{120, 123\}\}$
  - $P_1 \setminus \{P_1 \cap P_0\} = P_1$
  - Election de 002 et 120
- $N = 2$ 
  - $G = \{012, 002, 120\}$
  - $P_2 = \{\{001, 002, 003\}, \{010, 012\}, \{120, 123\}\}$
  - $P_2 \setminus \{P_2 \cap P_1\} = \{\{001, 002, 003\}, \{010, 012\}\}$
  - Election de 001 et 010



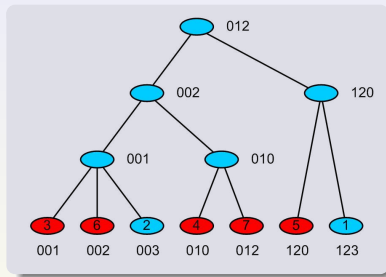
# Exemple

## Initialisation

- $B = 4, D = 3$
- $P_{-1} = \emptyset, G = \emptyset$

## Construction

- $N = 0$ 
  - $G = \{\emptyset\}$
  - $P_0 = \{\{001, 002, 003, 010, 012, 120, 123\}\}$
  - $P_0 \setminus \{P_0 \cap P_{-1}\} = P_0$
  - Election de 012
- $N = 1$ 
  - $G = \{012\}$
  - $P_1 = \{\{001, 002, 003, 010, 012\}, \{120, 123\}\}$
  - $P_1 \setminus \{P_1 \cap P_0\} = P_1$
  - Election de 002 et 120
- $N = 2$ 
  - $G = \{012, 002, 120\}$
  - $P_2 = \{\{001, 002, 003\}, \{010, 012\}, \{120, 123\}\}$
  - $P_2 \setminus \{P_2 \cap P_1\} = \{\{001, 002, 003\}, \{010, 012\}\}$
  - Election de 001 et 010



# Mise en oeuvre de notre algorithme [DSOM'05]

## Problème

Notre algorithme ne peut être exécuté que de manière centralisée

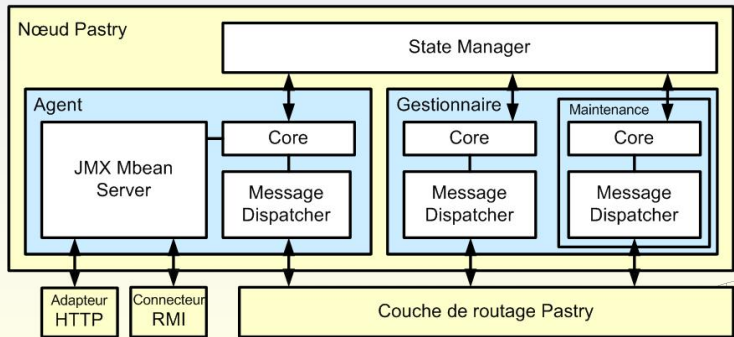
- Connaissance de l'ensemble des pairs

## Solution

- Distribution de l'algorithme à travers trois protocoles
  - Protocole d'insertion
  - Protocole de départ
  - Protocole de maintenance
    - Exécuté par les gestionnaires
- Utilisation du modèle P2P

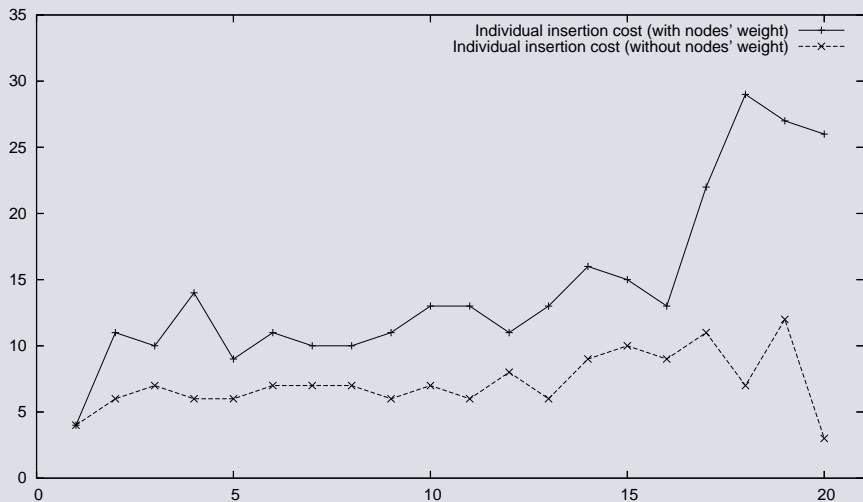
# Implantation

- Plate-forme Java
  - FreePastry 1.4
  - JMX RI 1.2
- Instrumentation des noeuds
  - Services de découverte et de maintenance
  - Tables de routage
- Architecture des noeuds



# Evaluation

## Coût moyen d'insertion d'un noeud



# Synthèse

- Proposition d'organisation
  - Approche hiérarchique Gestionnaire/Agent
  - Respect des caractéristiques du modèle P2P
  - Fonctionnement distribué
- Implantation et évaluation
  - Fondé sur la DHT Pastry
  - Validation de la proposition
  - Fonctionnelle sur des petites communautés
  - Limites induites par le poids





# Plan de la présentation

- 1 Contexte
  - Le modèle pair à pair
  - Les tables de hachage distribuées
  - Problématique
- 2 Modélisation des informations de gestion
  - Extension de CIM pour les réseaux et services P2P
  - Supervision de la plate-forme Jxta
- 3 Monitoring de la performance des DHTs
  - Modèle d'abstraction orienté performance
  - Application à la DHT Chord
- 4 Organisation du plan de supervision
  - Conception d'une approche hiérarchique
  - Evaluation de l'architecture de gestion sur Pastry
- 5 **Conclusions et perspectives**



# Synthèse des contributions

- Modèle de l'information
  - Extension de CIM
  - Générique à toute application
  - Abstrait les concepts des communautés P2P
- Instanciation sur JXTA
  - Mise en œuvre d'une architecture de gestion centralisée
  - Développement d'une application de supervision
- Monitoring de la performance des DHTs
  - Abstraction du fonctionnement
  - Définition de métriques
  - Extension de notre modèle de l'information
  - Application à Chord
- Modèle d'organisation du plan de gestion
  - Organisation hiérarchique
  - Respect des caractéristiques du modèle P2P
- Pastry
  - Evaluation sur de petites communautés
  - Limites de la métrique de poids



# Perspectives

- Modèle de l'information
  - Déploiement distribué (DHT, ...)
  - Soumission au DMTF
- Supervision de la plate-forme JXTA
  - Robustesse et optimisations
  - Mise en œuvre d'actions de contrôle
  - Proposition d'intégration au sein de la plate-forme
- Monitoring de la performance des DHTs
  - Généralisation des abstraction (maintenance, insertion et retrait)
  - Implantation sur des infrastructures existantes
- Modèle d'organisation du plan de gestion
  - Evaluation à grande échelle
  - Application de fonctions de gestion
- Perspective à moyen terme
  - Utilisation du P2P pour la supervision

