

# Réseaux logiques pair-à-pair multiples et malléables

---

Sergey Legtchenko

Master SAR - UPMC  
LIP6 - INRIA

---

6 juillet 2009

# Plan

- 1 **Contexte : les réseaux logiques pair-à-pair**
- 2 **Présentation du stage**
- 3 **Ouverture sur le sujet de thèse**

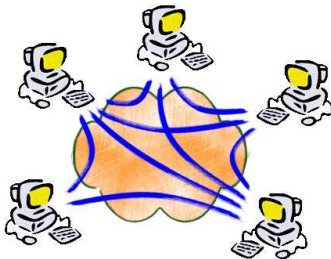
# Interêts de l'approche pair-à-pair

## Paradigme :

- Chaque participant à un réseau pair-à-pair est à la fois client et serveur.
- Chaque participant possède des liens directs avec certains de ses pairs : c'est son *voisinage*.

## Avantages :

- Passage à très grande échelle
- Faible coût
- Tolérance aux pannes accrue



# Terminologie

## Notion de Réseau Logique (Overlay)

Un Overlay est un réseau informatique formant un graphe au sein duquel le voisinage de chaque nœud est déterminé selon un critère *logique* (i.e., non physique).

## Exemple

Une application d'échange de fichiers en pair-à-pair s'appuie sur le réseau formé par l'ensemble des pairs. Ce réseau est un Overlay.

# Applications classiques reposant sur des Overlays pair-à-pair

## Partage de données en pair-à-pair

Bittorrent, Gnutella, Kademia, etc.

- Données non modifiables, en lecture seule.
- Données faiblement volatiles.

✓ De nombreux systèmes actuels sont performants.

# Applications émergentes

## Travail collaboratif, Réseaux Sociaux, MMOG

Besoins :

- Données en lecture/écriture : fort besoin de cohérence.
- Mobilité des données : environnement fortement dynamique.
- Répartition disparate de données.

- ✘ Difficile à assurer en pair-à-pair.
- ✘ Quelques solutions *dédiées* ont été proposées pour adresser certaines applications précises.

# Plan

- 1 Contexte : les réseaux logiques pair-à-pair
- 2 Présentation du stage**
- 3 Ouverture sur le sujet de thèse

# Stage au sein de l'équipe REGAL

## Overlay pair-à-pair dédié à la gestion d'un Monde Virtuel

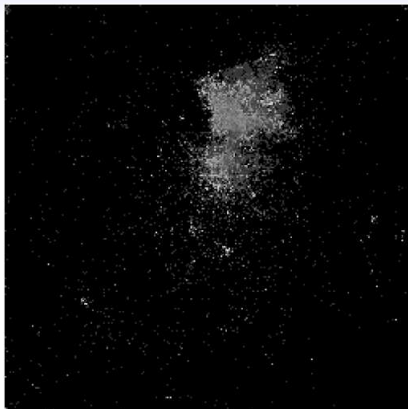
Optimisation de Solipsis.

### Monde Virtuel

- Espace à deux dimensions sans bord (tore bidimensionnel).
- Chaque utilisateur possède un avatar libre de mouvement dans le Monde Virtuel.
- Les avatars peuvent interagir les uns avec les autres.



# Répartition du Monde Virtuel



**FIG.:** *Densité de population typique pour un Monde Virtuel (mesures faites dans Second Life [Liang et al., 2008])*

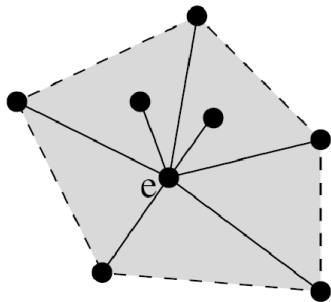
# Fonctionnement de Solipsis

## Basé sur une idée simple :

Connaître un voisin dans chaque direction du Monde Virtuel pour garder sa cohérence.

## Contrainte :

Cette propriété doit être respectée malgré le déplacement des avatars.



*FIG.: L'avatar e se trouve à l'intérieur de l'enveloppe convexe formée par ses voisins*

# Simulation avec injection de traces

## Contribution :

- 1 Mise au point d'un modèle de distribution pour le Monde Virtuel.
- 2 Injection dans le simulateur Peersim.



*FIG.: Distribution observée via une extension graphique de Peersim codée pour les besoins du stage*

# Inadéquation de Solipsis avec le modèle de répartition

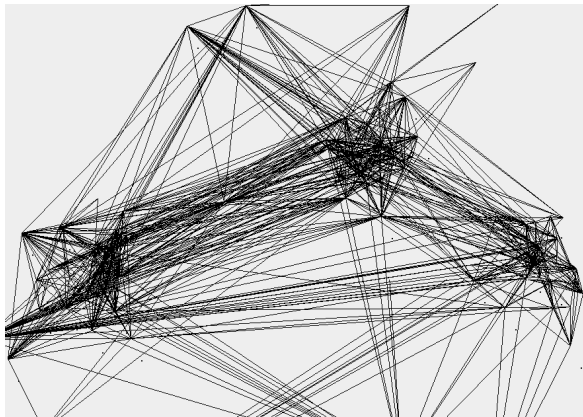


FIG.: *Solipsis : Implémentation de l'Overlay via le simulateur Peersim*

# Une solution en cours de réalisation

## Overlay divisé en deux sous-graphes :

- 1 Sous-graphe de maintien de cohérence
- 2 Sous-graphe de maintien de la connectivité

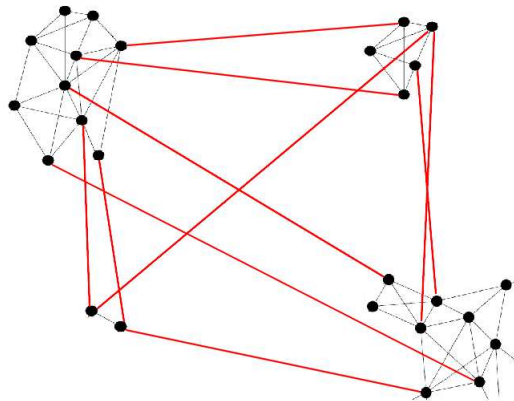
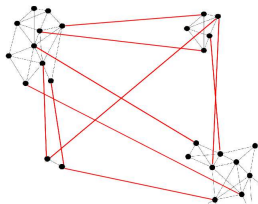


FIG.: Rouge : *connectivité*, Noir : *cohérence*

# Avantages de l'approche

## Économie de liens

- Les liens de chaque sous-graphe sont maintenus par des algorithmes adaptés.
- La sur-redondance des liens est diminuée.



# Plan

- 1 Contexte : les réseaux logiques pair-à-pair
- 2 Présentation du stage
- 3 Ouverture sur le sujet de thèse**

# Réseau Logique Multiple (Multi-Overlay)

Un modèle multi-composantes :

- Chaque composante représente un *sous-graphe* du réseau logique
- Avec sa propre notion de *distance logique*
- Et une organisation *algorithmique dédiée*

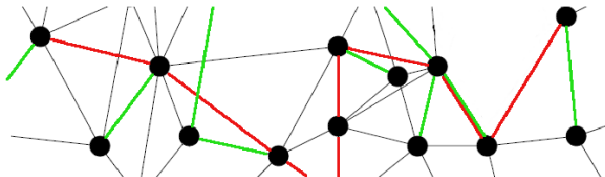


FIG.: Un Multi-Overlay à 3 composantes



# Complémentarité des composantes

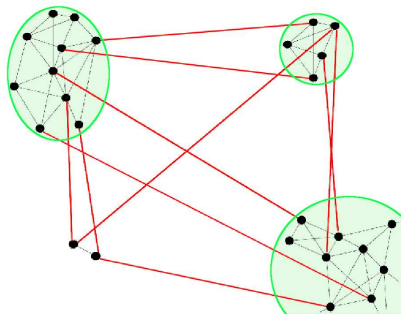
## Les composantes ne sont pas isolées les unes des autres :

- Il est possible de *partager des ressources* entre les composantes.  
⇒ économie de liens et de messages
- On peut envisager une certaine *mutualisation des connaissances* entre les algorithmes dédiés.  
⇒ utilisation de certaines composantes comme détecteurs de fautes, aide à la reconstruction du voisinage, monitoring efficace, etc.

# Des réseaux logiques adaptatifs

## L'Overlay s'adapte à la couche applicative :

- Certaines composantes peuvent être dédiées aux **besoins spécifiques** de l'application.
- D'autres composantes assurent les **propriétés globales** nécessaires.



# Concept de malléabilité applicative

## Terminologie

Un réseau logique est *malléable* si sa topologie est dynamiquement (en partie ou en totalité) déterminée par l'application reposant sur ce réseau.

## Exemple

- Deux avatars éloignés dans un Monde Virtuel se rapprochent l'un de l'autre.
- ⇒ *La topologie pair-à-pair doit **s'adapter** à l'application : les nœuds concernés dans le réseau logique doivent progressivement devenir voisins.*

# Quelques systèmes dédiés existants

## Précurseurs des Overlays multiples :

- Aggrégation d'Overlays : Colyseus, Donnybrook ...
- Systèmes multidimensionnels : RayNet, Mercury ...

## Mais :

- Première catégorie : simple juxtaposition de réseaux logiques
- Deuxième catégorie : fonctionnement identique pour toutes les dimensions

# Champs d'application

## Plates-formes pair-à-pair pour les jeux :

- Passant à l'échelle
- Prenant en compte la topologie physique pour assurer une latence acceptable
- Supportant la forte dynamique du Monde Virtuel

## Nouvelle génération de réseaux sociaux :

- Décentralisés & tolérants aux pannes
- Libres et appartenant à tous
- Incluant des applications collaboratives

## En conclusion

### Interêt :

- Concevoir des systèmes pair-à-pair complexes.
- S'adapter aux exigences des applications émergentes.

### Problématiques en vue de la thèse :

- Formaliser le modèle.
- Étudier le modèle de partitionnement d'un système Multi-Overlay : nombre optimal de composantes ? algorithmes adaptés ?
- Élaborer les mécanismes d'entraide entre les différentes composantes afin d'alléger le système.
- Expérimentations à grande échelle (*PlanetLab, GRID5000*)

# Motivation personnelle

## Stage Master 1 : Étude du churn dans les DHT

Gestion des connexions/deconnexions intempestives dans un Overlay pair-à-pair (Pastry)

### Résultats :

- Soumission à SSS 2009
- Publication acceptée à CFSE'07 (2009)

# Merci pour votre attention !

**Questions.**

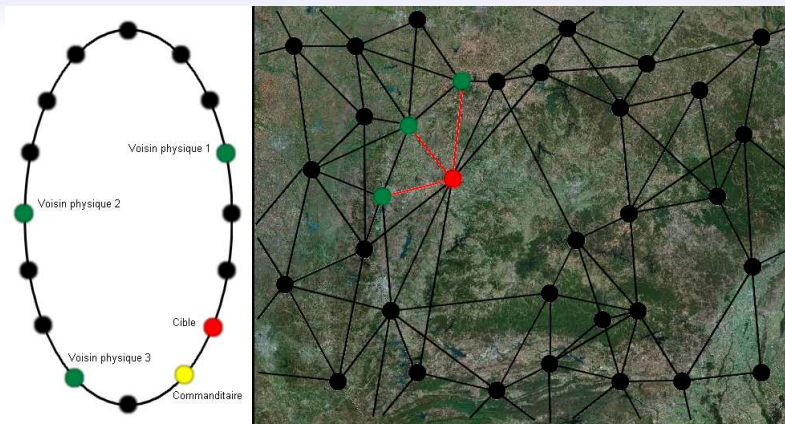


# Annexe I : Réseau Logique Multiple

## Définition formelle (ébauche) :

- Soit  $V$  un ensemble de nœuds, et  $d_{\mathfrak{R}_i}(x, y)$  une distance logique entre  $x$  et  $y$ .
- Soit une relation  $\mathfrak{R}_i$  telle que :  $\exists \varepsilon : \forall x, y \in V, d_{\mathfrak{R}_i}(x, y) < \varepsilon \Rightarrow x \mathfrak{R}_i y$
- Un Réseau Logique Multiple (*Multi-Overlay*) à  $n$  niveaux  $\mathfrak{R}_\Omega$  est :  
$$\mathfrak{R}_\Omega = \bigcup_{i=1}^n \mathfrak{R}_i$$

## Annexe II : Exemple : le détecteur de fautes



**FIG.:** *Un nœud cible est surveillé par ses pairs les plus proches dans la composante "topologie physique" de l'overlay*

## Annexe III : Quelques systèmes dédiés existants

### Pour les Overlays malléables :

MOve, Solipsis.

### Mais :

- Solipsis : peu optimal
- MOve : mal adapté à la mobilité