

Conception de mécanisme décentralisé pour les systèmes P2P d'échange de fichiers*

Maxime Morge[†] Philippe Mathieu[‡]

[‡]Dipartimento di Informatica
Università di Pisa



[‡] Équipe SMAC -LIFL
Université de Lille 1



14^{ème} Journée Francophone sur les Systèmes Multi-Agents

* cofinancé CPER TAC de la région Nord-Pas de Calais et les fonds européens FEDER.

Introduction

- Contexte applicatif
- Problématique

Modèle formel

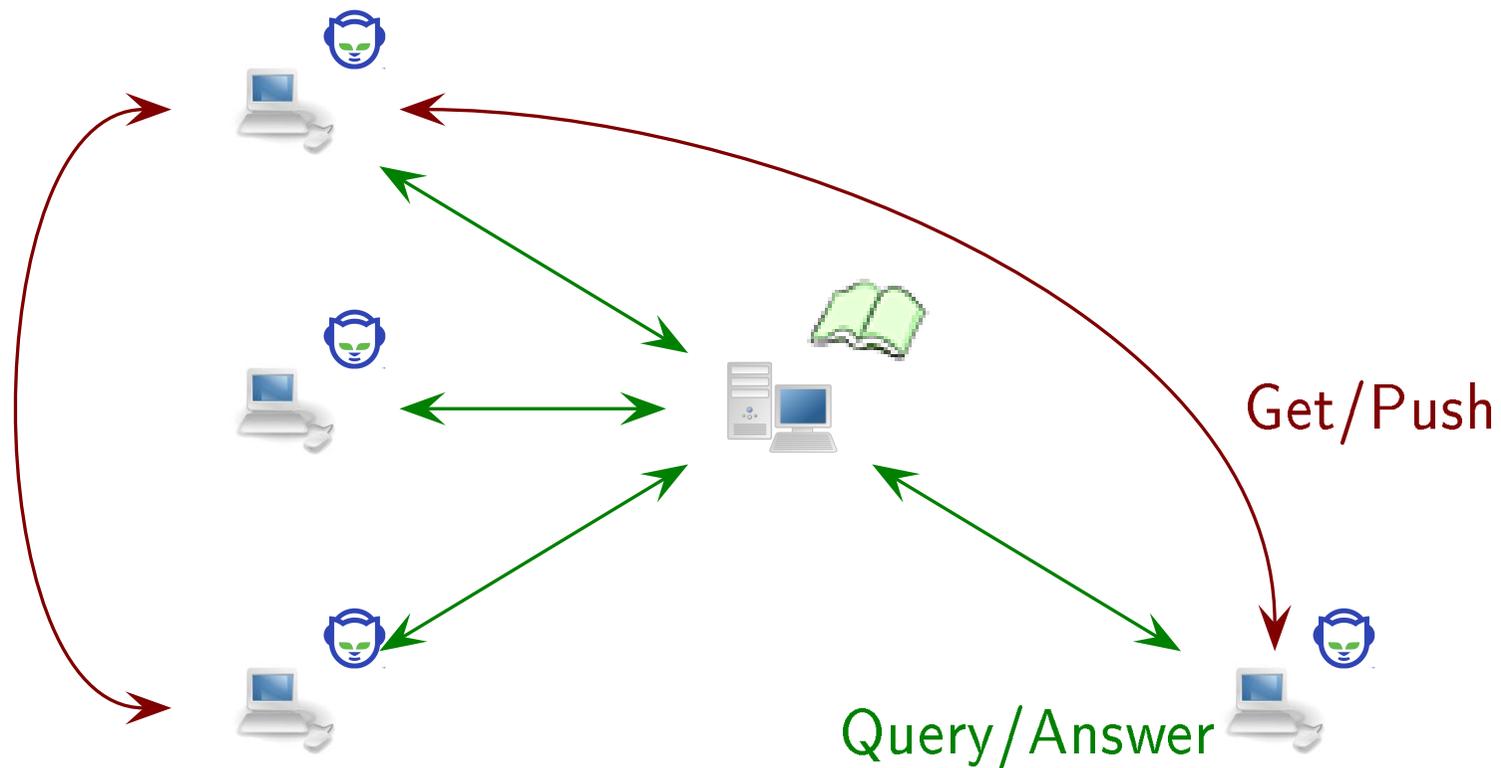
- Allocation de ressources

Conception de mécanisme

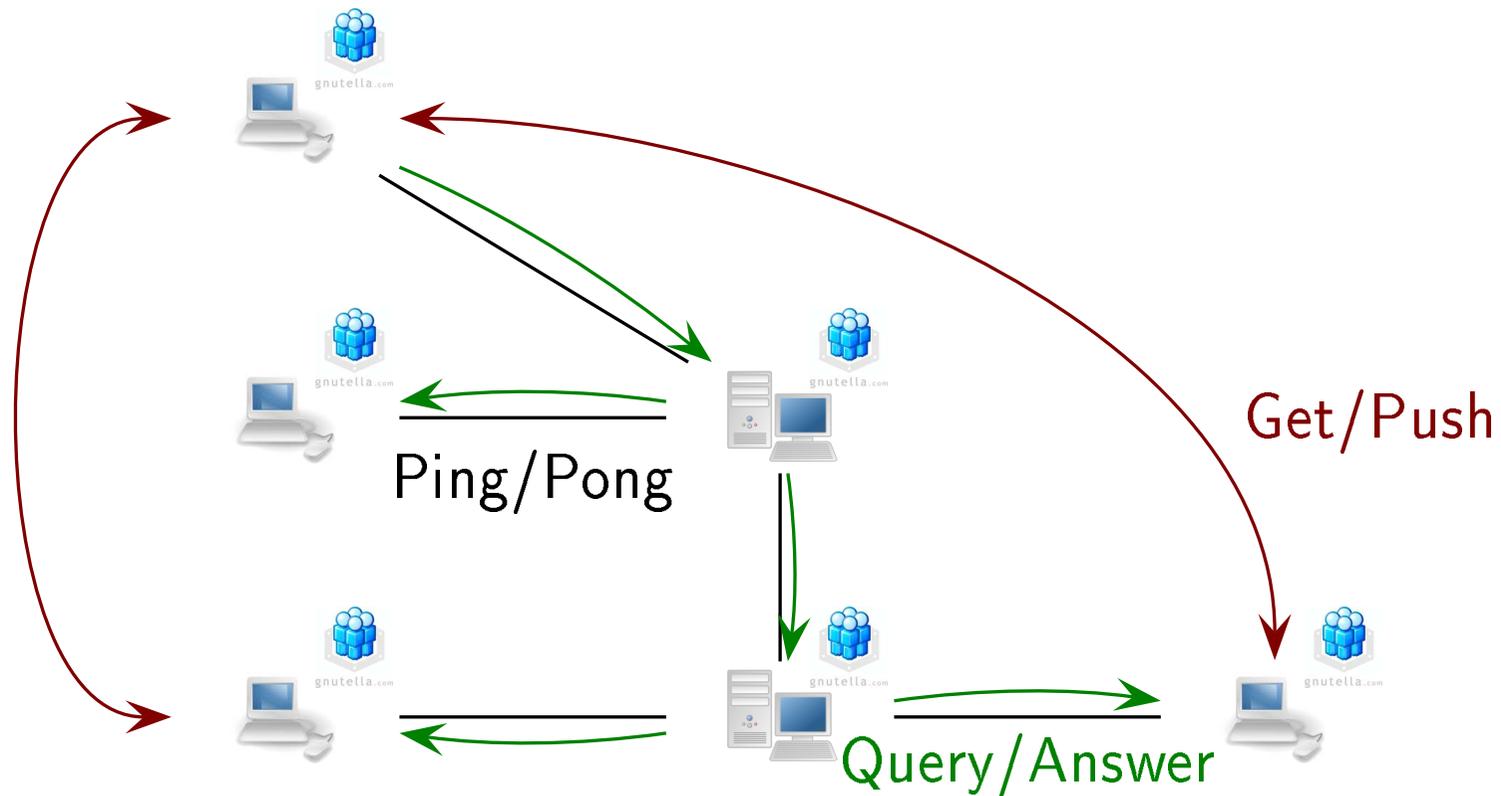
- Mécanisme 1
- Mécanisme 2
- Mécanisme 3

Conclusions

De Napster à Gnutella...



De Napster à Gnutella...



... vers le paradigme multi-agents ?

1. As-t-on \neq entités de contrôle ?

Oui, les pairs.

2. Est-ce qu'elles ont une vue locale ?

Oui, leurs accointances.

3. Est-ce que elles ont différents buts/préférences ?

Oui, les fichiers désirés/proposés.

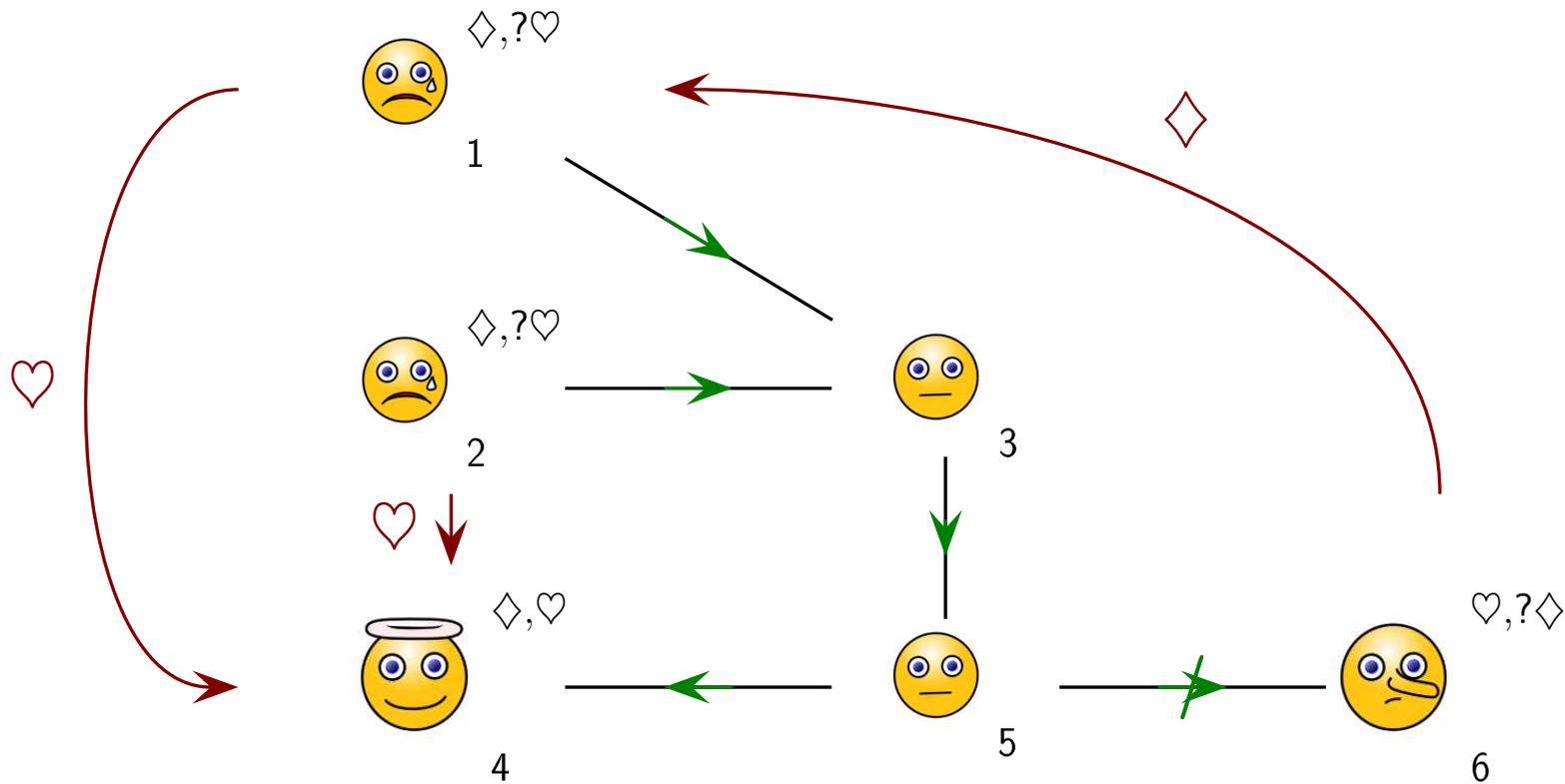
4. Est-ce que les relations entre elles sont dynamiques ?

Oui, les pairs entrent/sortent.

Le problème du cavalier seul...



6 fait cavalier seul



... et des solutions peu satisfaisantes

- ▶ gestion des files d'attente + mécanisme de rétribution
 - ▶ *critère local*
 - ▶ *peu d'implémentation*
- ▶ débits de téléchargement/télé-déchargement proportionnels
 - ▶ *inadapté pour des pairs hétérogènes*
- ▶ stratégie donnant/donnant du Dilemme Itéré des Prisonniers
 - ▶ *inadapté pour des pairs hétérogènes*
 - ▶ *interaction simultanée \neq séquentielle*
 - ▶  *trahit ou coopère ?*

 \ 	Coop	Trahit
Coop	$(R_{\text{🤔}}, R_{\text{🤔}})$	$(S_{\text{🤔}}, T_{\text{🤔}})$
Trahit	$(T_{\text{🤔}}, S_{\text{🤔}})$	$(P_{\text{🤔}}, P_{\text{🤔}})$

⇒ Mécanisme de rétribution des agents 

Quelles ressources ?

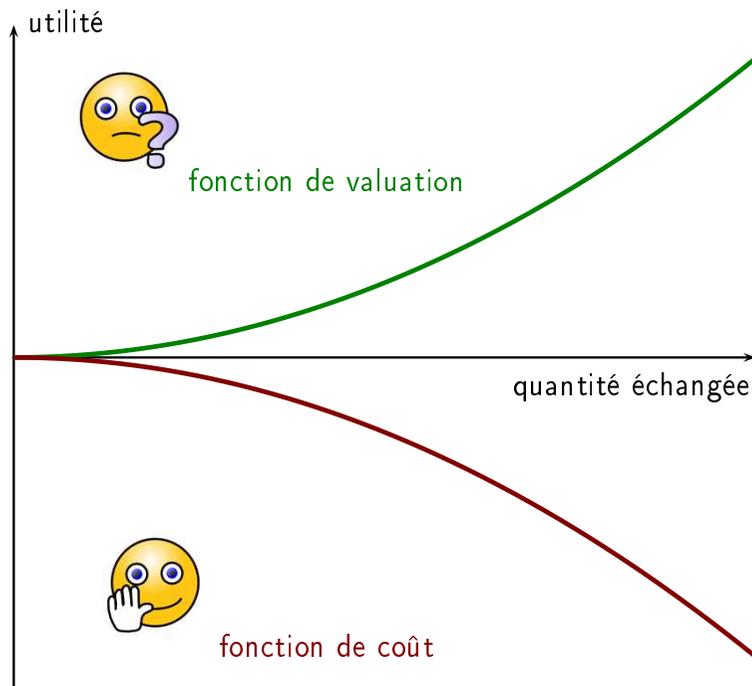
Points de vue	ressources	divisible	discrete	duplicable
utilisateur	Laptop	✗	✓	✗
	Desktop	✓	✓	✗
	CD	✗	✓	✗
	Mp3	✗	✓	✓
	Mp3 avec DRM	✗	✓	✗
informatique	<i>Mp3 par P2P</i>	✓	✗	✓
	Mp3 par ftp	✗	✗	✓

⇒ allocation de ressources divisibles, continues et duplicables

Quelles préférences ?

préférences quantitatives \leftrightarrow préférences qualitatives

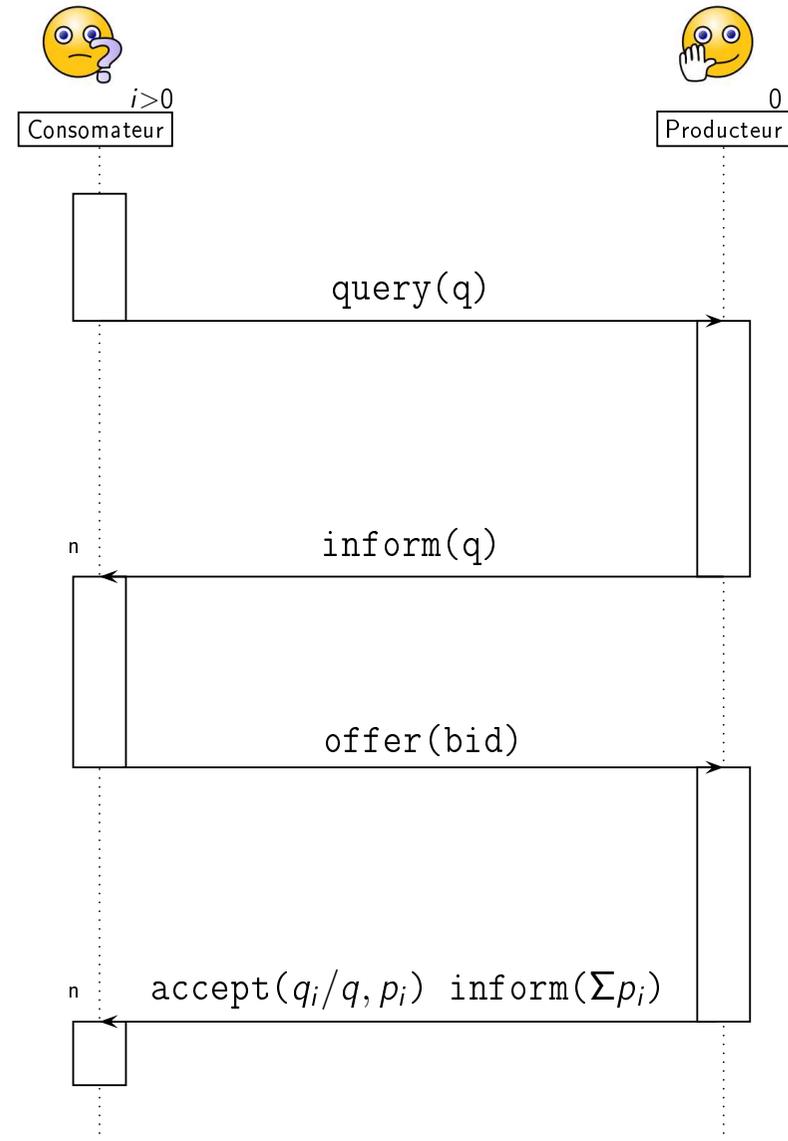
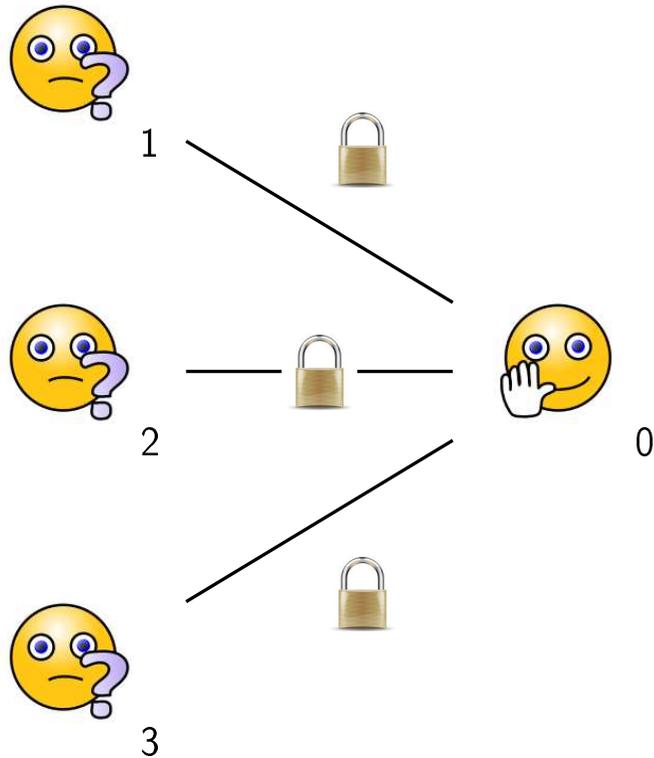
- ▶ comparaisons interpersonnelles
- ▶ différentes intensités.



On suppose [Groves 75] :

- ▶ $v(q)$ croissante, concave
- ▶ $c(q)$ strict décroissante, convexe

Protocole



Bien-être social et équilibre


 $i > 1$

$$u_i(q_i) = v_i(q_i) - p_i$$

► Utilitarisme

$$sw(A) = \sum_{i \geq 0} u_i(A)$$

► Égalitarisme

$$sw(A) = \min_{i \geq 0} \{u_i(A)\}$$

► Produit Nash

$$sw(A) = \prod_{i \geq 0} u_i(A)$$


 0

$$u_0(q) = c_0(q) + \sum p_i$$

► Équilibre en stratégie dominante

$$\forall i \geq 0$$

$$\forall (s^i, s^{-i}) \in S^i \times S^{-i}$$

$$u_i(\hat{s}^i, s^{-i}) \geq u_i(s^i, s^{-i})$$

► Équilibre de Nash

$$\forall i \geq 0$$

$$\forall s^i \in S^i$$

$$u_i(\dot{s}^i, \dot{s}^{-i}) \geq u_i(s^i, \dot{s}^{-i})$$

Théorie des jeux inverse

Définition (Mécanisme)

Soit $\langle \vec{\theta}, \vec{b}, \vec{u} \rangle$ un problème.

On appelle **mécanisme** un couple $M = \langle o, g \rangle$ qui vérifie que :

- ▶ le mécanisme garantit que le résultat $o = o(\vec{b}) \in O$ est atteint ;
- ▶ le mécanisme détermine les paiements $g = \langle p_1, \dots, p_n \rangle$;

Un « bon » mécanisme :

- ▶ maximise le bien-être social utilitariste ;
- ▶ aboutit à un équilibre de Nash ;
- ▶ est décentralisé ;
- ▶ complexité computationnelle linéaire ;
- ▶ complexité communicationnelle linéaire.

Mécanisme de Vickrey-Clarke-Groves (VCG)

1. fonction production :

$$o(\vec{b}) = \operatorname{argmax}_{q>0} \sum_{i>0} b_i(q) - c(q)$$

2. paiements tels que :

$$p_i(\vec{b}) = \left(\max_{q>0} \sum_{j \neq i} b_j(q) - c(q) \right) - \left(\sum_{j \neq i} b_j(o(\vec{b})) - c(o(\vec{b})) \right)$$

Ce mécanisme :

- ▶ n'est pas décentralisé.

Mécanisme décentralisé

1. fonction production :

$$o(b) = c^{-1}(\sum_{i>0} b_i)$$

2. paiements tels que :

$$p_i = b_i$$

Ce mécanisme :

- ▶ est décentralisé.
- ▶ ne maximise pas le bien-être social utilitariste ;

Mécanisme décentralisé optimale

1. fonction production :

$$o(b) = c^{-1}(\sum_{i>0} b_i)$$

2. paiements tels que :

$$p_i(b) = b_i - \sum_{j>0, j \neq i} b_j \log\left(1 + \frac{b_j}{\sum_{j>0, j \neq i} b_j}\right)$$

Ce mécanisme :

- ▶ maximise le bien-être social utilitariste ;
- ▶ aboutit à un équilibre de Nash ;
- ▶ est décentralisé.
- ▶ complexité computationnelle linéaire ;
- ▶ complexité communicationnelle linéaire.

Synthèse

- ▶ Contexte applicatif adapté au SMA
Système P2P d'échange de fichiers
- ▶ Nouvelle problématique en terme de coopération
Problème du cavalier seul
- ▶ Modèle formel de négociation
Allocation de ressources divisibles, continues, duplicables
- ▶ Démarche
Conception de mécanisme algorithmique décentralisée

contexte applicatif \leftrightarrow théorie des jeux inversé/
allocation de ressources
- ▶ Perspectives
Passage à l'échelle

Bibliographie

-  Groves T. and Loeb M.
Incentives and public
J. of Public Economics, v4, n3, 1975.
-  Chevaleyre Y., Dunne P. E., Endriss U., Lang J., Lemaître M., Maudet N., Padget J., Phelps S., Rodriguez-Aguilar J. A. and Sousa P.
Issues in Multiagent Resource Allocation
Informatica, v30, 2006, p3–31.