

Réseaux et Clusters

Vers une approche multi-niveaux

Jean-Benoît Zimmermann

CNRS- GREQAM
Marseille

Workshop SPANGEO – Paris 3 Février 2010

1. Les réseaux dans la théorie économique

deux grandes classes d'approches

- ◆ Formation stratégique de liens
(théorie de jeux standard)
- ◆ Encastrement social

1.1. Formation stratégique de liens et structures de réseaux:

➤ Deux facteurs clef :

- ✓ Coût de formation d'un lien
- ✓ Bénéfices directs et indirects tirés d'un lien

◆ Deux questions centrales :

- ✓ Stabilité : pairwise stability
- ✓ Efficience : efficience forte $V(g) > V(g') \quad \forall g \in G$

Le dilemme stabilité-efficience : sous quelles conditions existe-t-il des réseaux stables et efficaces?

1.2. Encastrement social:

- Réseaux exogènes (origine extra-économique ou antérieure au phénomène étudié)
- Réseaux évolutifs (apprentissage social)
- Réseaux construits (matching games et encastrement)

1.2.1. Réseaux exogènes

- ◆ **Réseaux aléatoires (Erdős-Renyi)**

vs.

- ◆ **Réseaux structurés**
(SW, attachement préférentiel)

1.2.2. Réseaux évolutifs

- ◆ Mimétisme, best response
- ◆ Construction sociale de la réputation
- ◆ Apprentissage social (règle de Hebb, redistribution de l'influence inter-individuelle)
- ◆ Le réseau comme émergeant de l'histoire des interactions antérieures

1.2.3. Matching games

- ◆ Cowan-Jonard and Zimmermann (2003, 2007) : networks of inventors
 - les agents cherchent à innover soit par eux-mêmes, soit en formant des paires avec un partenaire complémentaire
 - la formation des paires est traitée comme un problème d'appariement – rôle de la distance cognitive
 - à chaque pas de temps arbitrage entre un partenaire ancien plus proche et un partenaire nouveau
 - arbitrage fondé sur un encastrement relationnel vs. Structurel (Uzzi)

2. Le rôle de la topologie:

exemple de la diffusion dans des réseaux d'influence

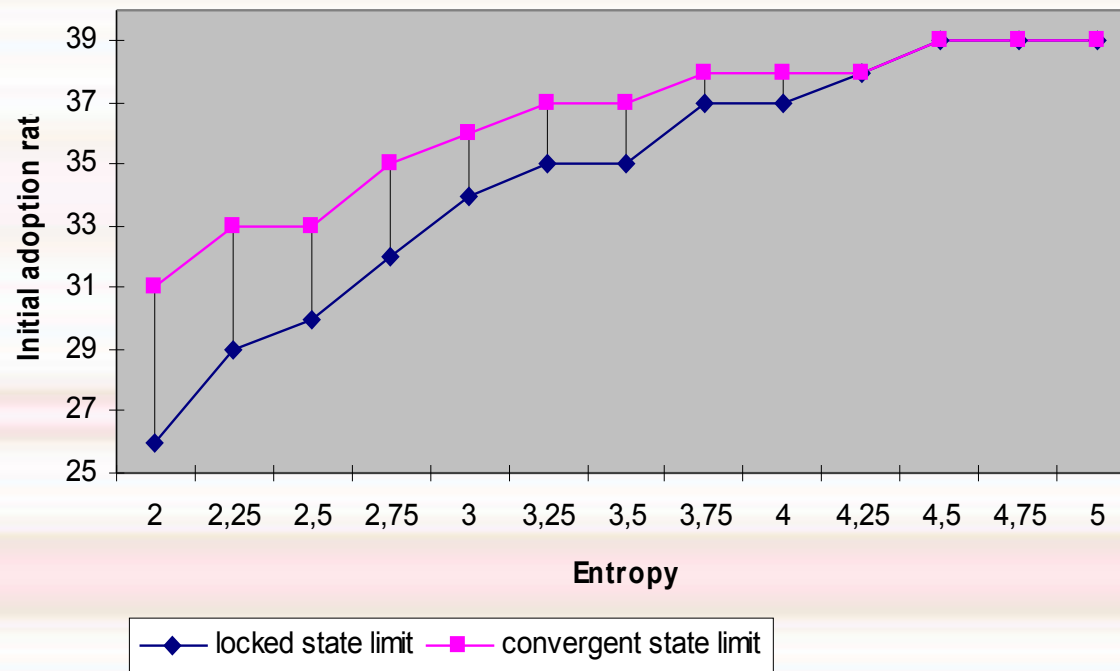
(Steyer & Zimmermann, 1995-1998-2003)

- ◆ Individuals generate their own states, based on the signals they receive from their social environment, and in turn they influence their environment by sending back signals of these states.
- ◆ Gabriel Tarde (French Sociologist – 1884) about the fundamental role of social influence in the formation of the value of an invention:

“Before becoming a production and exchange of services, society is firstly a production and exchange of needs and a production and exchange of beliefs; this is indispensable”

- ◆ *We study how does this transition frontier depends on the network structure and we found that it is strongly related with network isotropy, as shown in the following figure where the frontier is constituted by the two threshold values as functions of the network's entropy:*

Figure 1: Phase diagram for $f^*=0,05$



***Une application empirique :
l'analyse de la diffusion du Fax en France
(Steyer-Zimmermann, 1996)***

Equation logistique standard

$$\frac{dn}{dt} = a n (N-n)$$

Estimation économétrique (période 1982-1992)

$$\frac{dn}{dt} = - 6 \cdot 10^{-7} n^2 + 0,85 n$$

(t = 2,6) (t = 5,1)

$$r^2 = 0,87 \quad F = 29,1 \text{ (9 d.d.l.)}$$

$$\text{D'où : } a = 6 \cdot 10^{-7} \quad N = 1\,443\,000$$

- ◆ Modèle bon en ajustement
- ◆ Performances en prévision?

1993 : prévisions de 60% inférieures à la réalité

1994 : marché réalisé= saturation du potentiel !...

Pessimisme du modèle logistique

↳ les praticiens fixent et réajustent souvent le potentiel N plutôt que l'estimer ...

⇒ Introduire la dimension « résiliable » des interactions sociales ?

Approcher empiriquement les interactions inter-individuelles:

- ◆ Une proxy : les relations téléphoniques
- ◆ Deux obstacles :
 - ◆ dimension de la matrice gigantesque
 - ◆ protection de la vie privée
- ◆ Un contournement : les interactions locales et la matrice téléphonique inter-régionale
- ◆ Distinguer influence sociale et effets d'externalités de réseau (logistique)

- ◆ Diffusion intra-régionale : logistique modifiée

$$\frac{dn_i}{dt} = a n_i^\beta (S_i^{1-\beta} - n_i^{1-\beta})$$

- ◆ Diffusion inter-régionale

$$\frac{dn_i}{dt} = [a n_i^\beta + \delta \sum_{i \neq j} n_j] (S_i^{1-\beta} - n_i^{1-\beta})$$

- ◆ Interactions sociales inter-régionales

$$\frac{dn_i}{dt} = [a n_i^\beta + \delta \sum_{i \neq j} n_j + \alpha \sum_{i \neq j} n_j T_{ij}^\omega] (S_i^{1-\beta} - n_i^{1-\beta})$$

◆ Estimations économétriques

$$r^2 = 0,73 \quad F = 121 \text{ (135 ddl)}$$

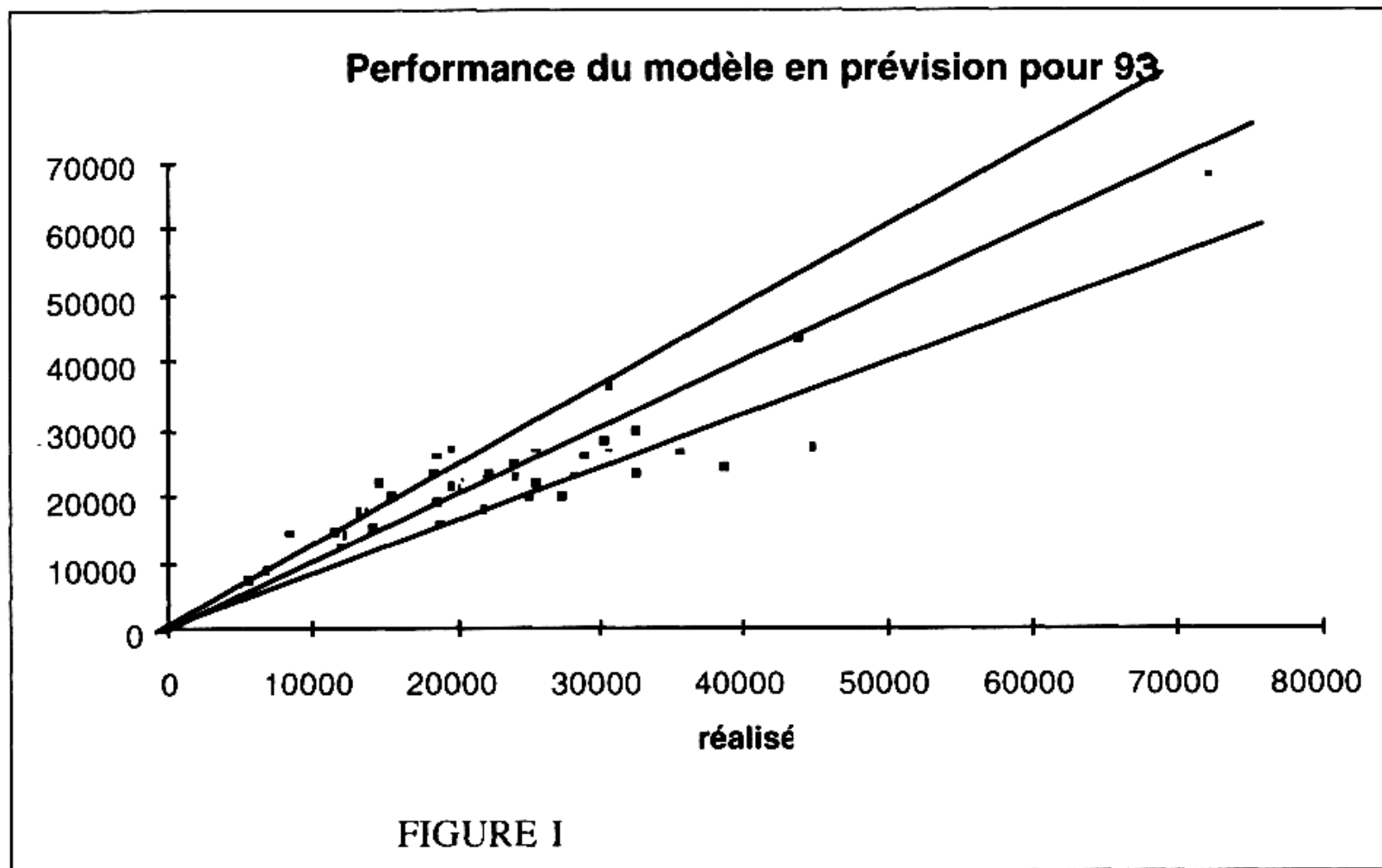
$$a = 0,88 \quad (t = 3,4) \quad \omega = 2$$

$$\alpha = 9,5 \cdot 10^{-16} \quad (t = 13,3) \quad \beta = 0,62$$

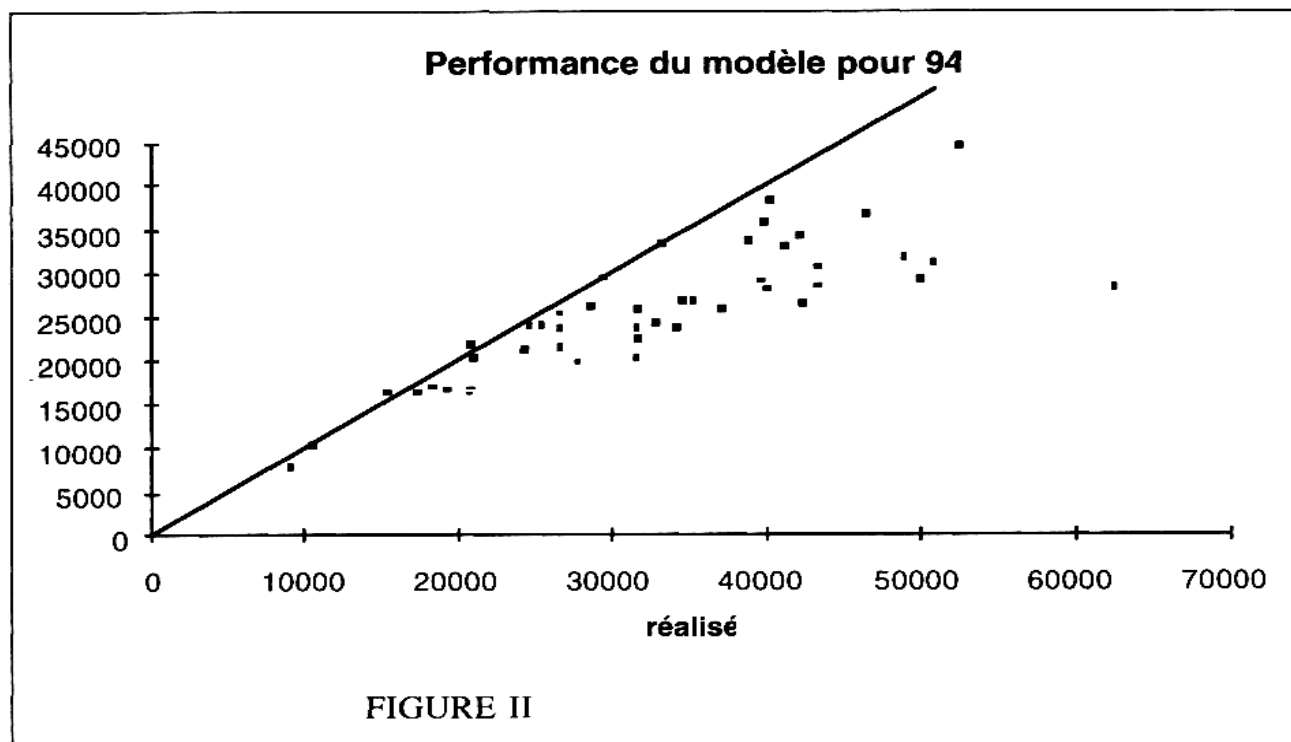
$$\delta = 6,6 \cdot 10^{-4} \quad (t = 3,7) \quad f = 0,32$$

- ◆ Ajustement assez bon
- ◆ Coefficient d'externalité locale α le plus significatif

◆ Performances en prévision :
1993 assez bonnes



◆ Performances en prévision :
1994 retour de la tendance à la sous-estimation



régions les plus importantes = les plus sous-estimées →
nécessité d'une prise en compte plus avancée des
externalités internes

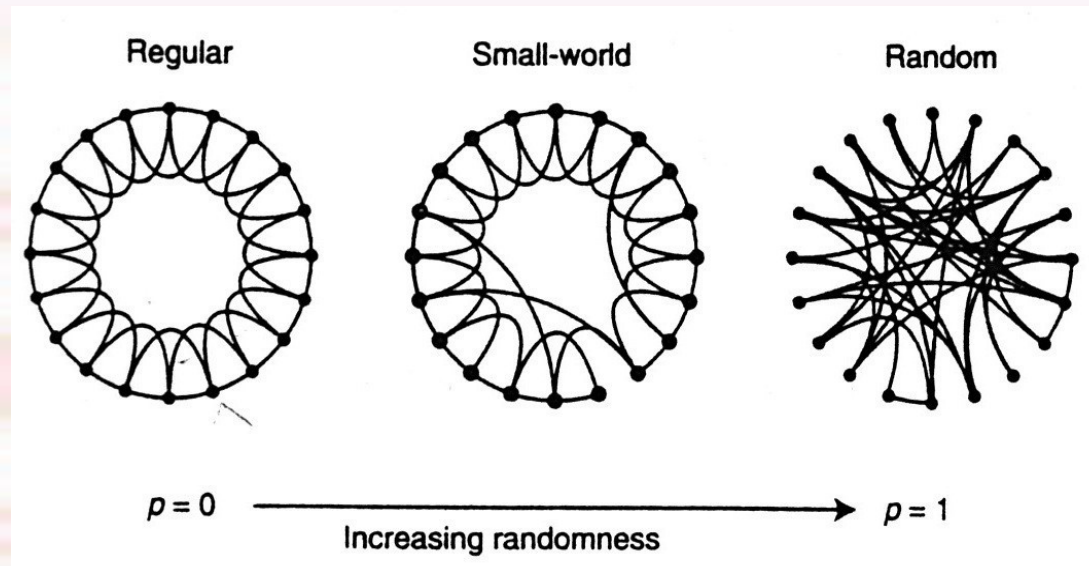
3. *"Small Worlds"*

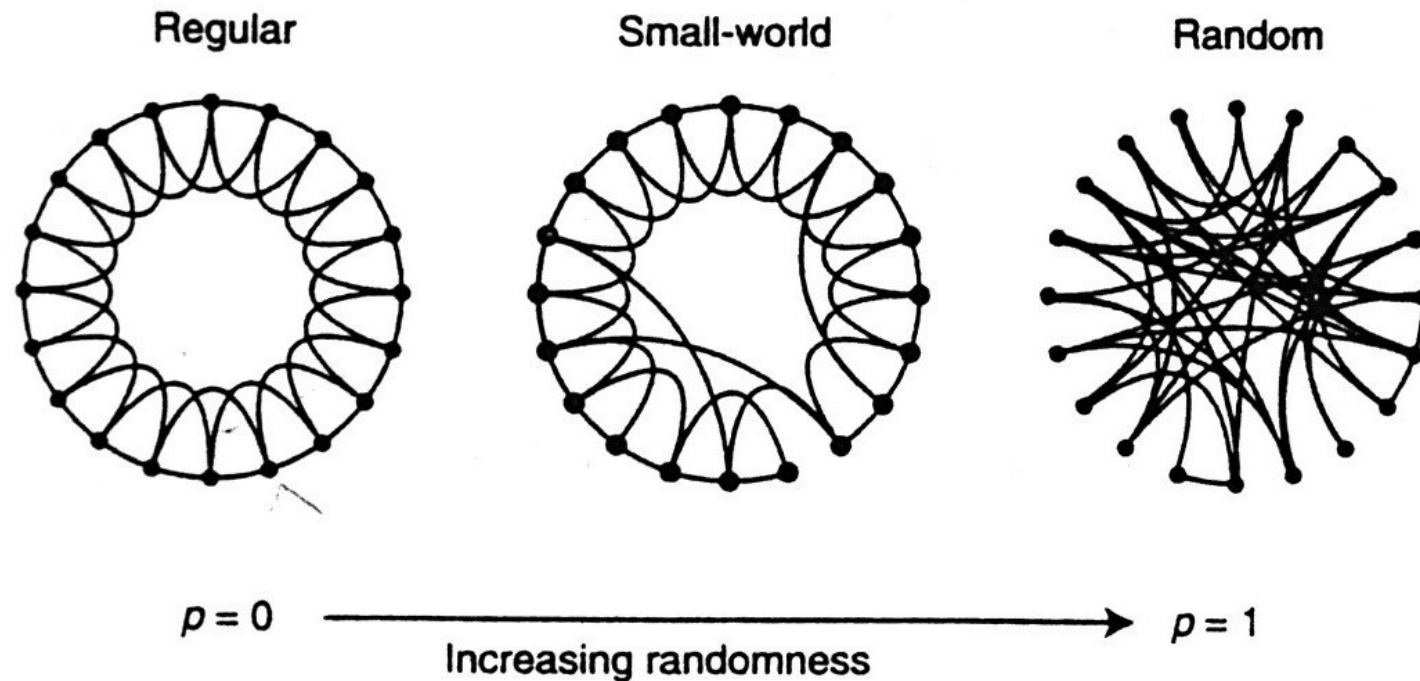
as an hybrid model of spatial and relational interactions

Origin: psycho-sociological studies in the US in the 1960's (Milgram 1967)

- ◆ Basic principle = link any two individuals taken in the US national territory using a path of individual relations
- ◆ "Six degrees of separation"

- ◆ Formalisation: D. Watts - PhD 1998
 - N agents on a regular metric structure (lattice)
 - social network more or less constrained by the spatial location of each of them.
- ◆ In one dimension: same distance on a circle
- ◆ Starting from a regular graph where each agent is connected with its k closest neighbours
- ◆ Probability $p \in [0, 1]$ of random rewiring





when p is becoming larger, the share of global relations increase to the detriment of local relations; for $p = 1$ random graph

Q: what happens between those two polar values?

Small Worlds properties

Two key structural indicators:

Cliquishness or clustering coefficient

Probability that two individuals connected to a third one would also be connected together

$$C(p) = \frac{1}{N} \sum_{i \in I} \sum_{j, l \in \Gamma(i)} \frac{X(j, l)}{|\Gamma(i)|(|\Gamma(i)| - 1)/2}$$

Accessibility (global):

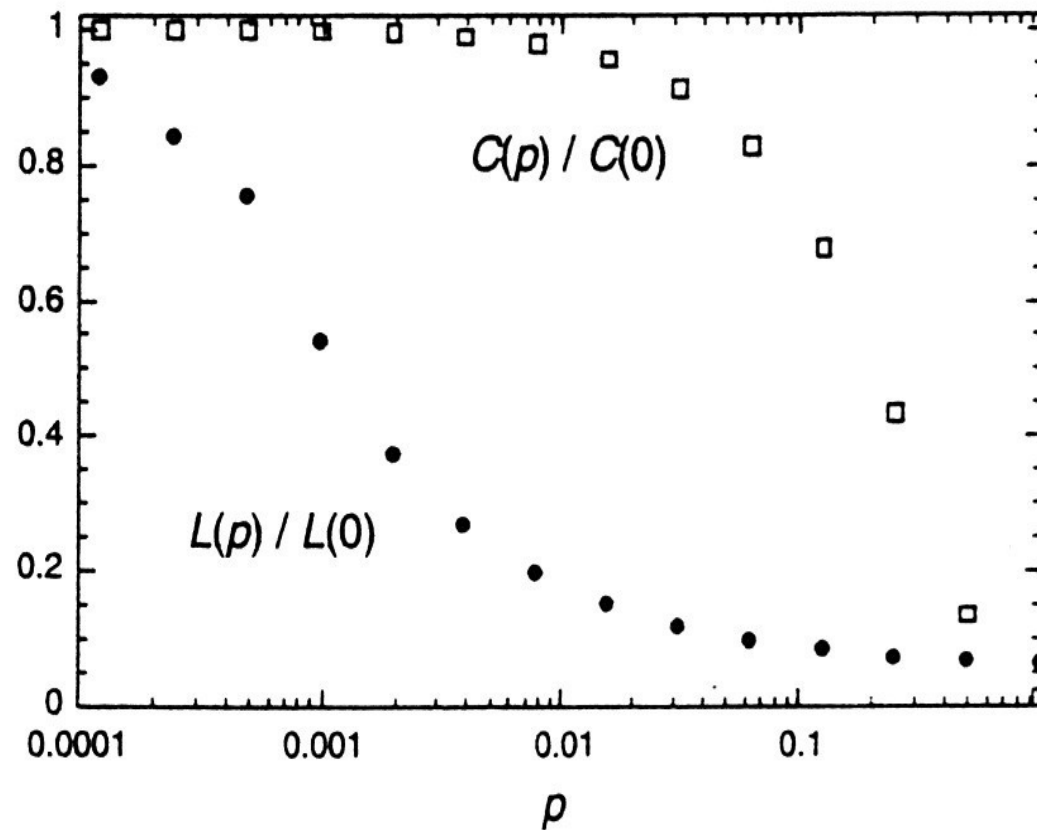
"Average path length" = average shortest path length linking any pair of individuals

$$L(p) = \frac{1}{N} \sum_{i \in I} \sum_{j \neq i} \frac{d(i, j)}{N - 1}$$

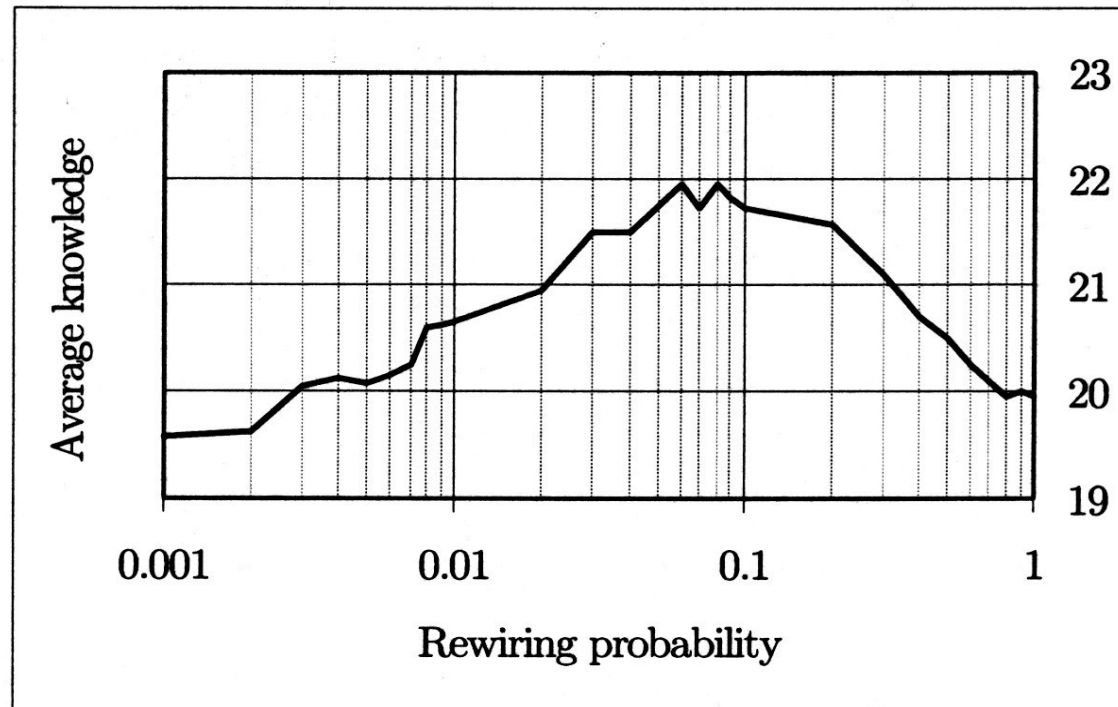
Intermediate evolution between two polar situations:

local dimensions are reflected by cliquishness (regular graph) and global dimensions are linked to the decreasing of path length (due to the existence of shortcuts)

- ◆ Then according to the next figure, the evolution curves following p value emphasise the SW singularities for a p value between 0.01 and 0.1



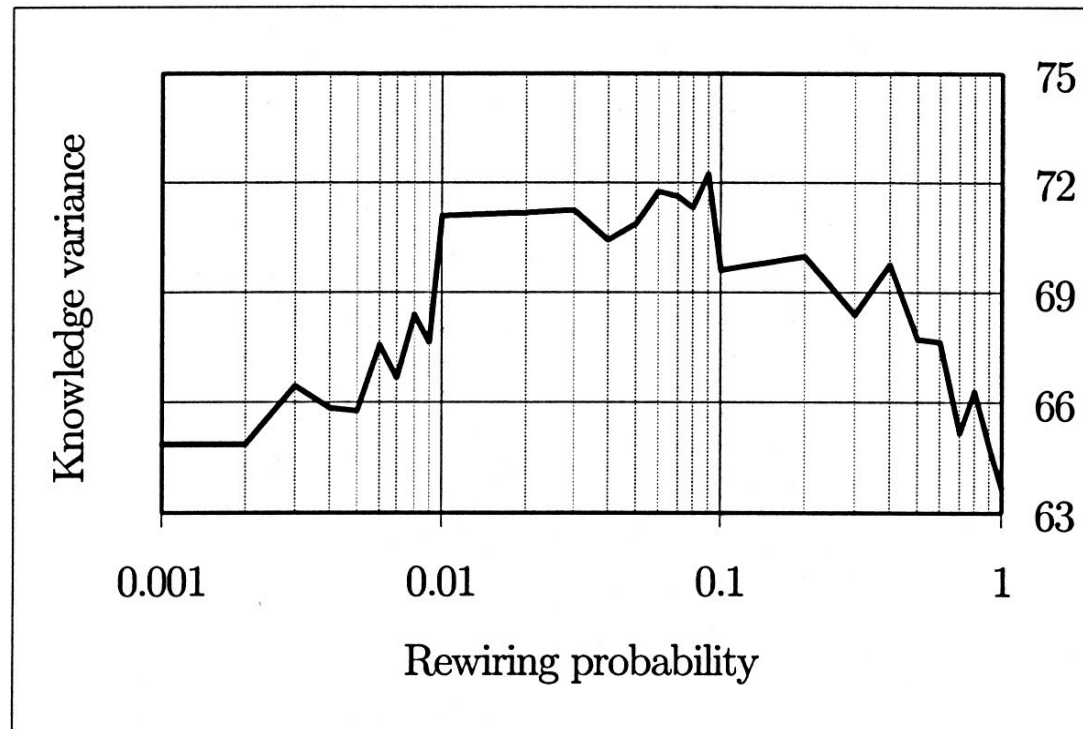
- ◆ Cowan-Jonard (1999)
 - Context of a knowledge based economy
 - Knowledge diffusion process based on the principles of a knowledge inter-individual exchange, barter.
- ◆ Diffusion dynamics: *based on two complementary aspects*
 - the local level of connection (cliquishness or clustering coefficient) ensures an efficient diffusion in the different regions of the structure
 - the existence of a sufficiently high proportion of global relations (shortcuts making a short path length) ensures an inter-clusters diffusion that permits to enrich the local potentials and avoid a rapid stagnation of exchange potentialities.



Source: Cowan et Jonard (1999)

Figure 3: Average knowledge level following the rewiring degree
*More precisely the efficiency of the diffusion process
Is maximal for $p \in [0.05, 0.1]$*

But at the same time, the diffusion process rather tends to produce heterogeneity among agents as shown by Variance of knowledge levels that reach its maximum for $p \in [0.01, 0.1]$



Source: Cowan et Jonard (1999)

Figure 4: Heterogeneity of knowledge level following the rewiring degree

3. Réseaux multiniveaux et articulation local global : l'exemple des clusters

- ◆ Différentes modalités de la proximité
- ◆ Proximité géographique permanente vs. temporaire
- ◆ Des structures ouvertes aux structures distribuées

Introduction

- Les clusters comme systèmes maillés et ouverts (accès à des complémentarités, marchés, financements ...)
- Articulation entre local et global: Gatekeepers
- Co-ordination \neq coordination
- \rightarrow proximités et proximité temporaire

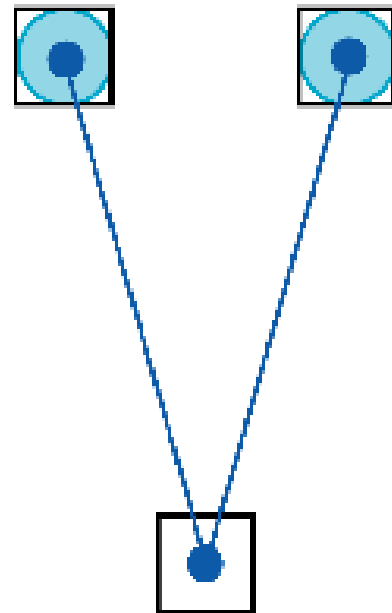
Clusters et interactions

- La dimension stratégique :
 - Construction de liens (ego-network)
 - Réseaux: formation bilatérale des liens
 - Network feedbacks (relations indirectes)
- Relations locales et distantes
- Formation de liens et mobilité

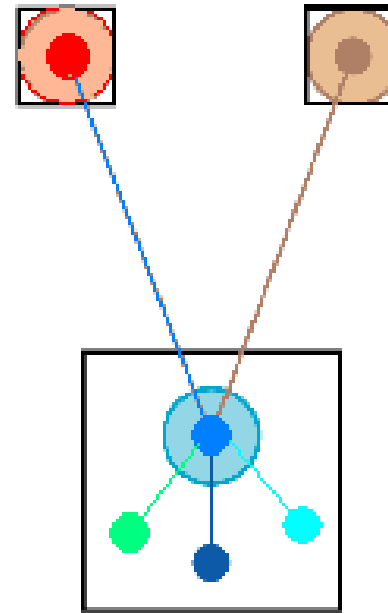
Ego-networks (1)

- Interface Local / Global :
 - Permanent / Temporaire
 - Liens directs /indirects
 - Combinaison variable de proximités géographiques et organisées
- **3 configurations basiques :**
 - Multi-sites
 - Gatekeeper
 - Proximité temporaire

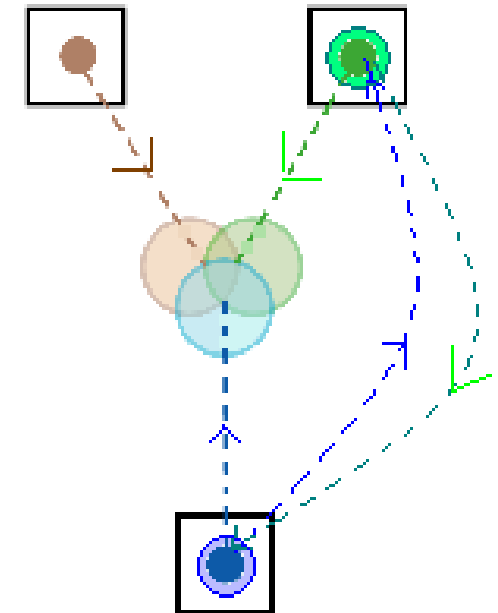
Ego-networks (2)



Configuration (a)
Multispot



Configuration (b)
Gatekeeper



Configuration (c)
Temporary Proximity

● Firm's sites

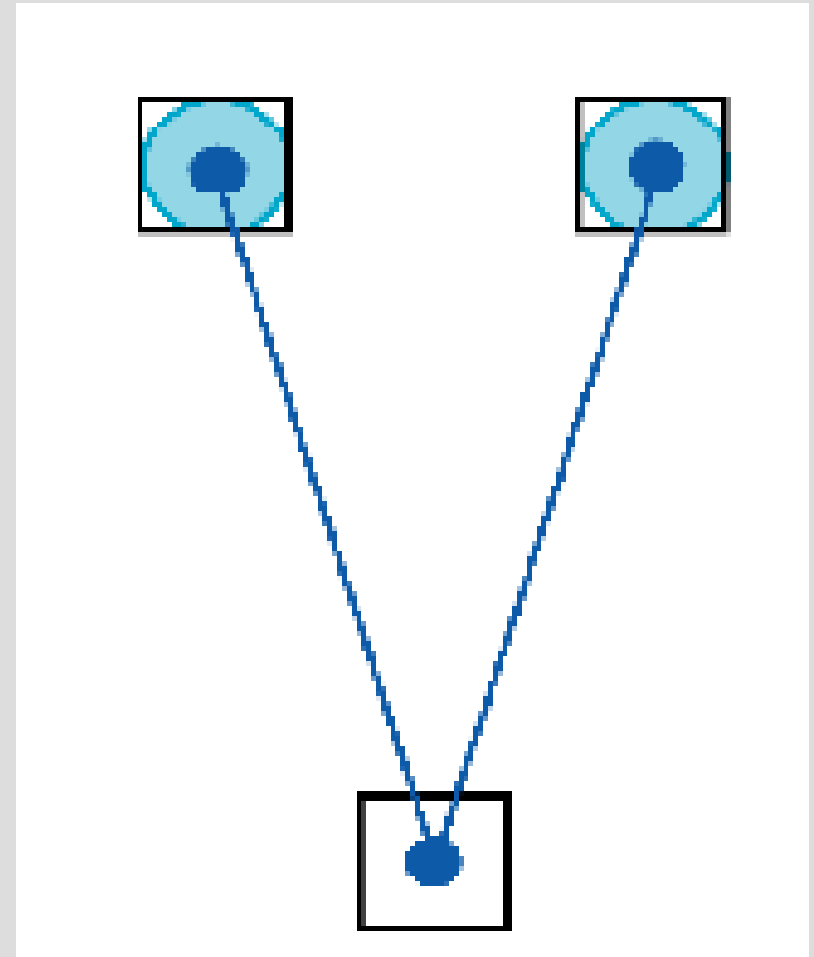
□ Relevant areas

○ Interfaces

temporary vs. durable
Linkages

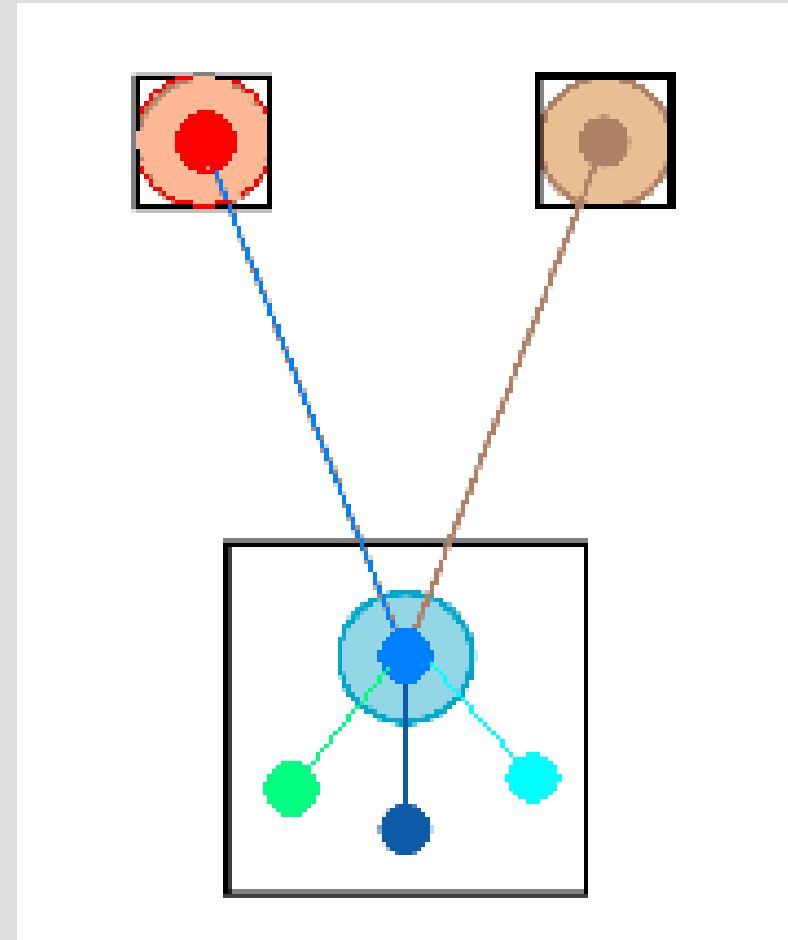
Ego-Network Multi-sites

- Unités locales
- Ressources spécifiques
- Coûts de transport
- Liens directs (marché)
- Liaisons internes vs. externes
- Structure et coûts de transaction



Ego-Network Gatekeeper

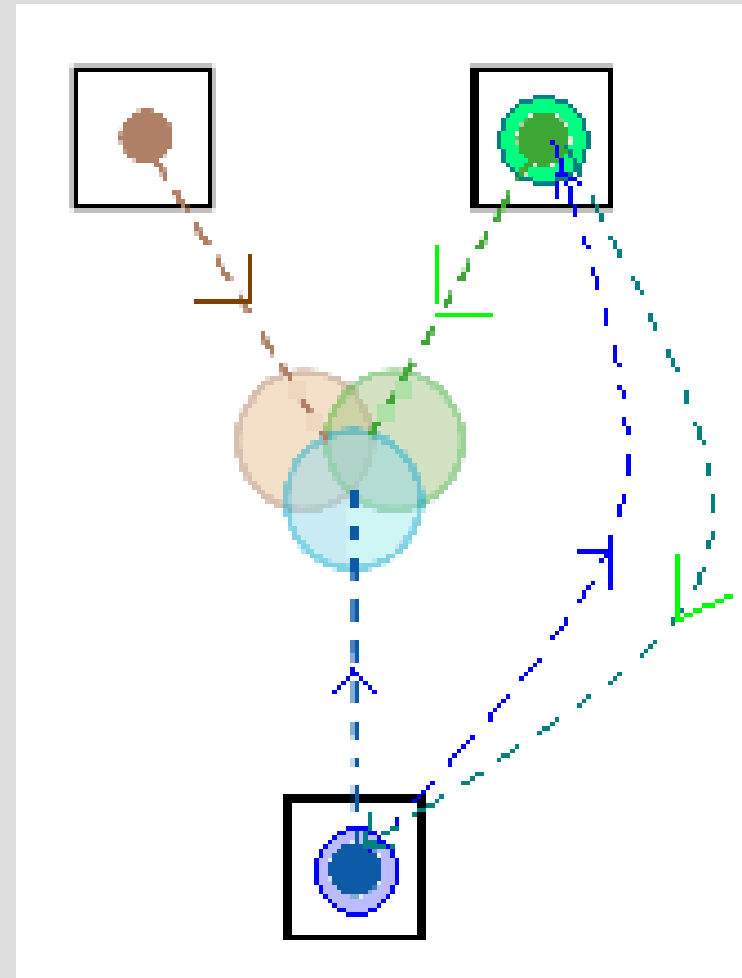
- Liens indirects
- « Leader d'opinion »
- Interface locale vis-à-vis de flux d'information globaux
- Stimulation de ressources locales
- Taille des firmes
- Acteurs privés vs acteurs publics



Ego-Network

Proximité Temporaire

- Decentralisation de l'interface
- Interaction à distance et mobilité
- Nature institutionnelle du point de rencontre
- Discret vs. continu
- Liens locaux

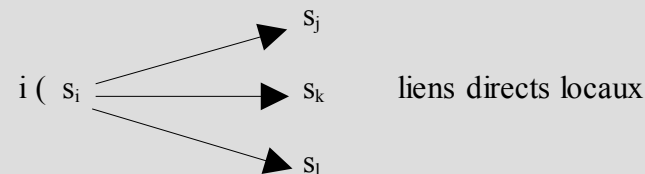


KG et PT

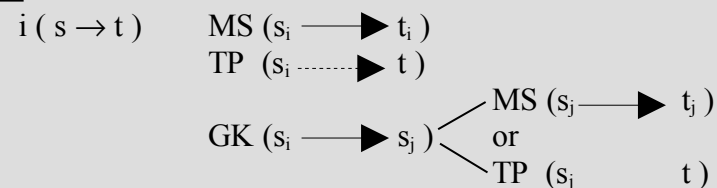
comme outils d'une stratégie réseau

- Réponses stratégiques locales à des contraintes globales
- Stratégies réseau locales
- Modèle dominant au niveau global.

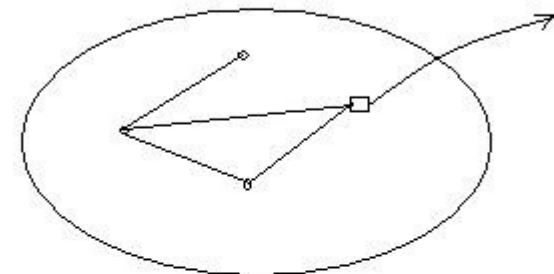
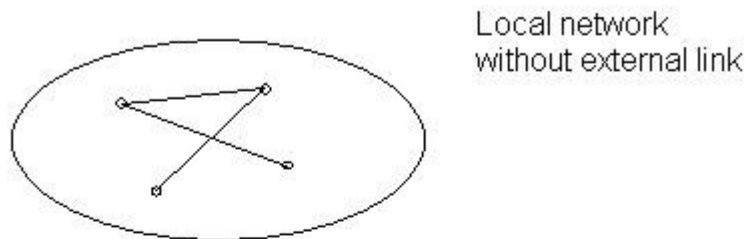
Interne :



Externe :

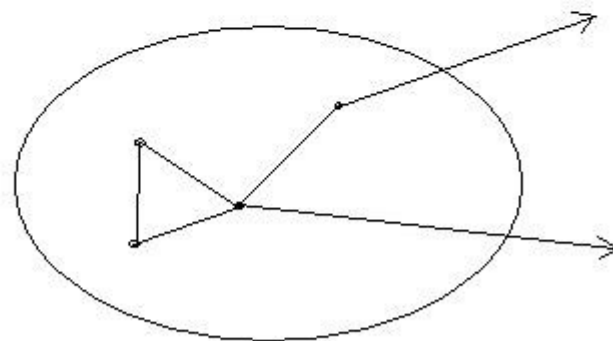


Trois grands types de réseaux locaux



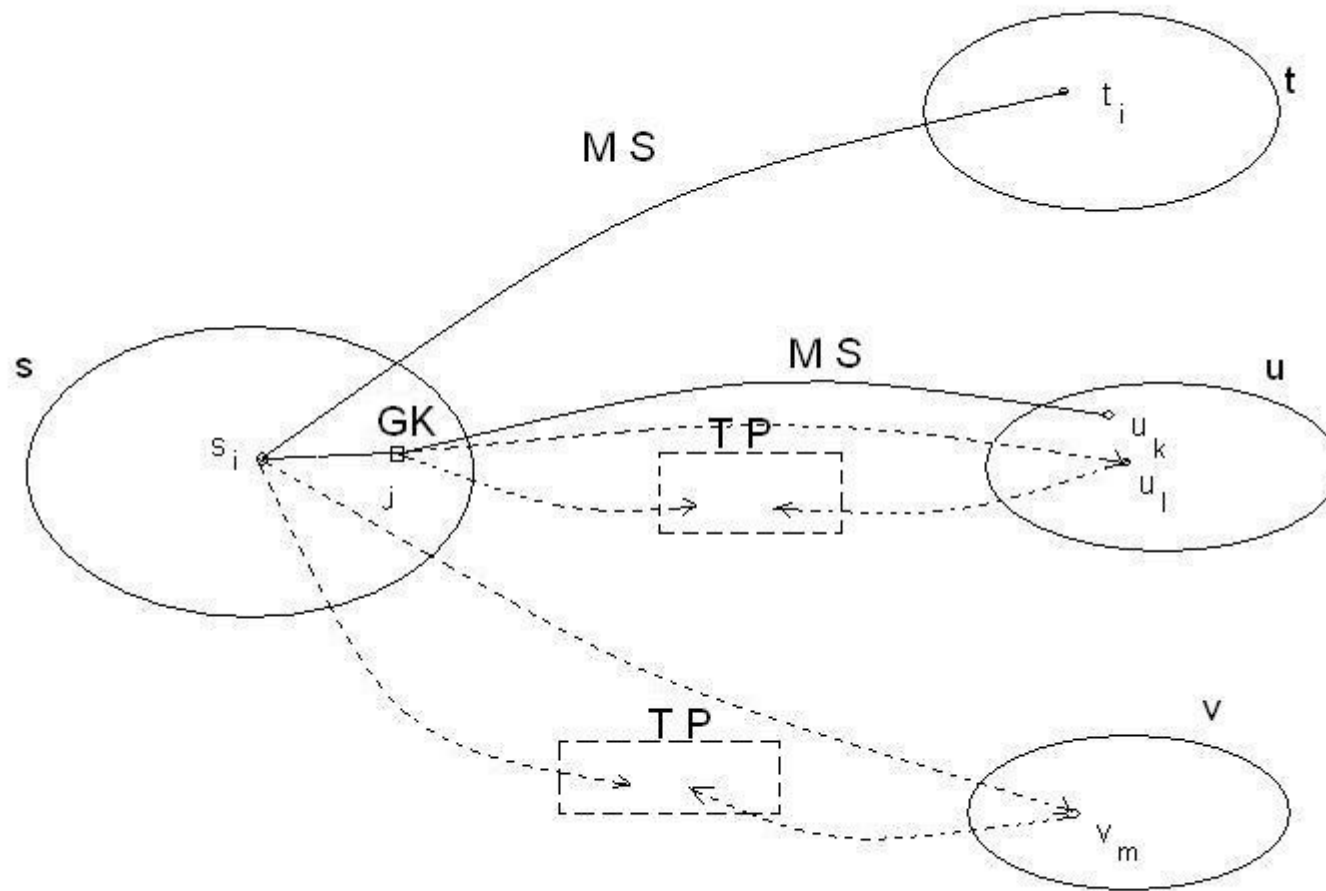
Local network with Gatekeeper

or
GK+MS
GK+TP



Local network with external not mediated relationships (MS or TP)

Relations et interfaces inter-sites

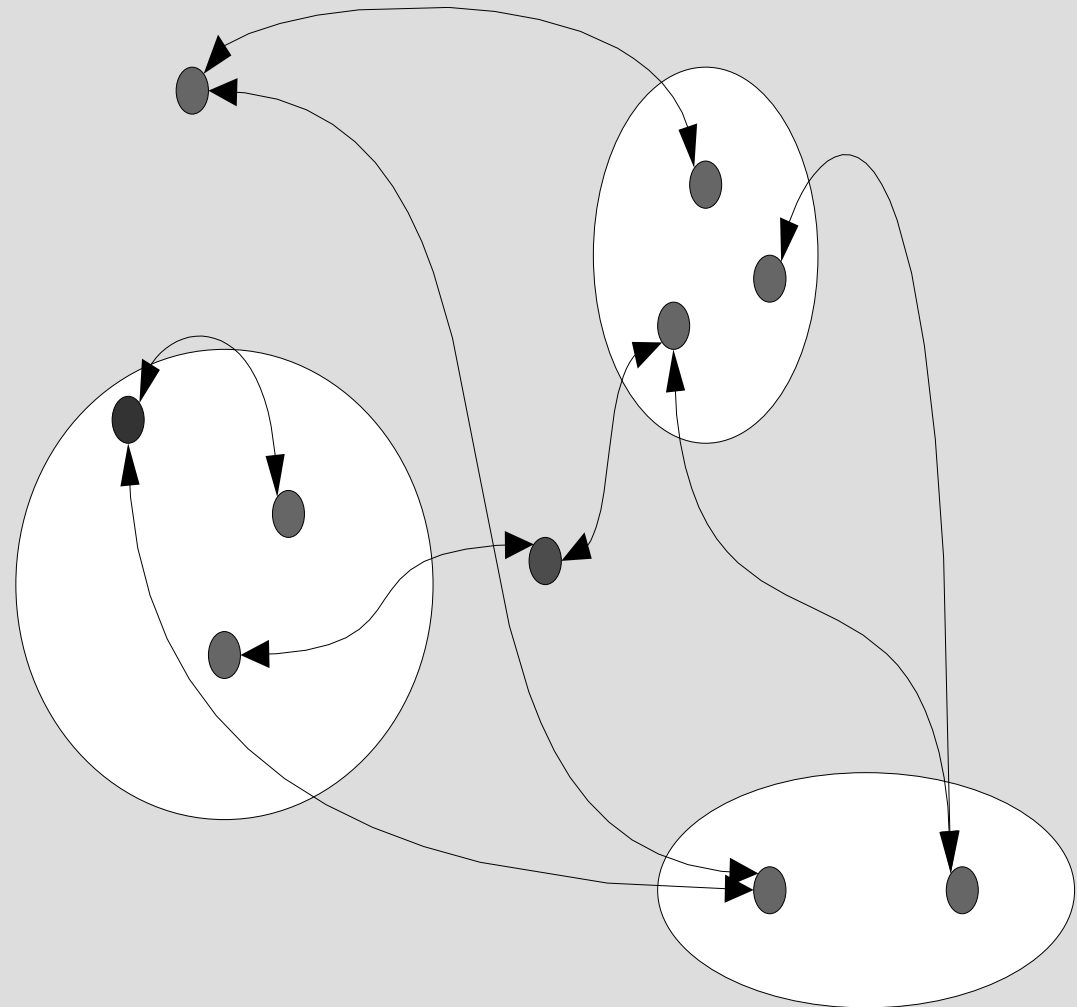


Structures de clusters

- Une typologie en quatre grands types de structures
 - Fonctions de la structure collective
 - Combinaisons spatiales et temporelles de proximités (géographiques et organisées)
 - Usages de la mobilité et des technologies de communication

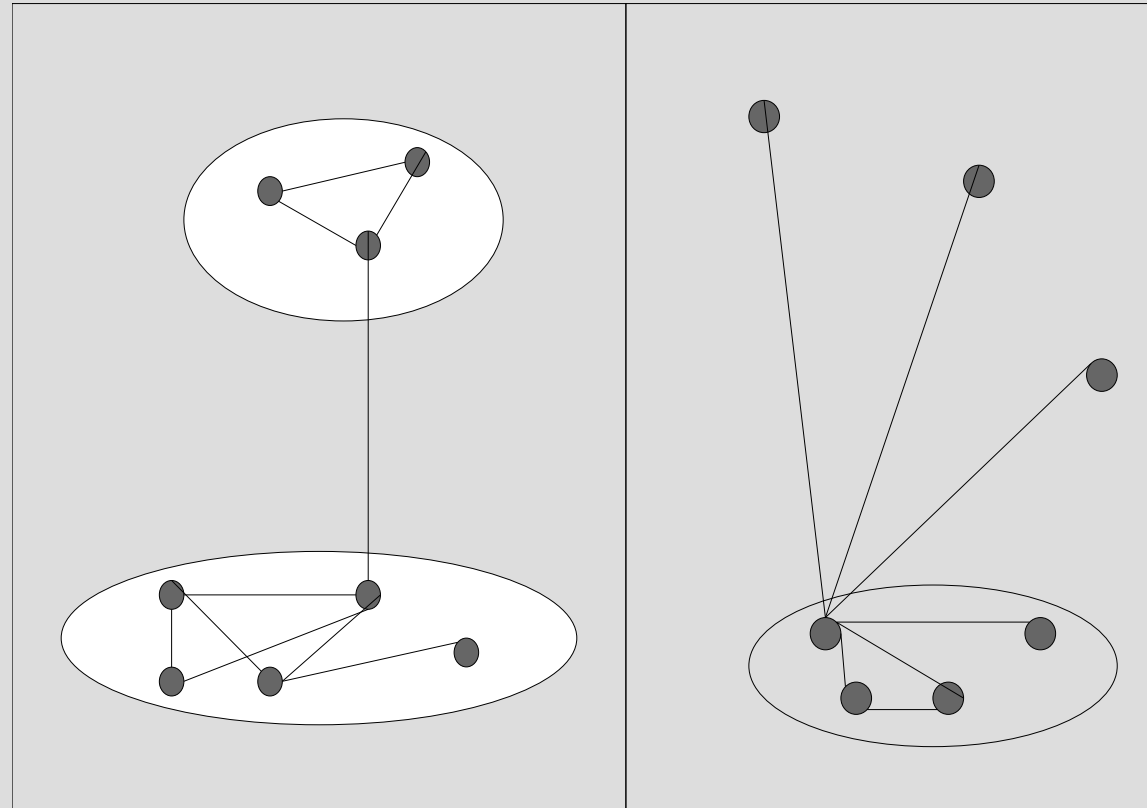
Structures dispersées

- Unités dispersées
- Forte communication à distance
- Face-à-face par mobilité
- Pas de réseaux locaux



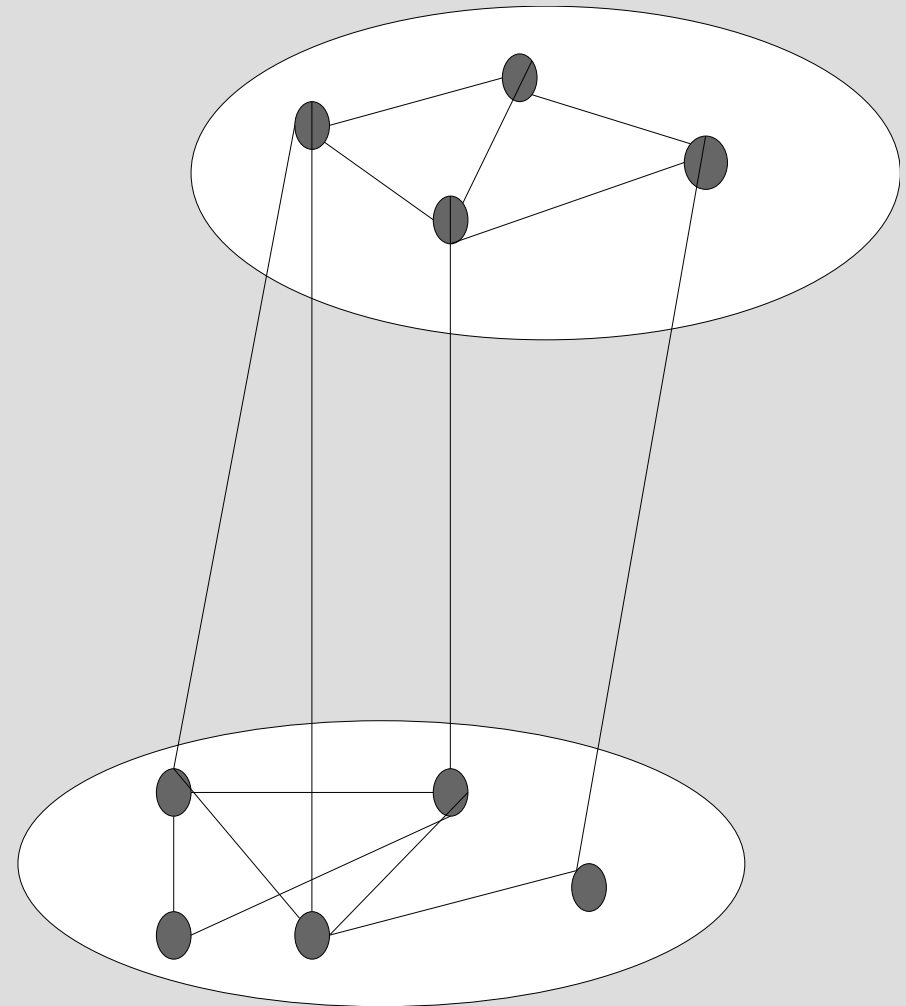
Trous structuraux

- Couplage distant de groupes localement connectés
- Petit nombre de liens distants
- Prééminence de liens locaux
- Réseau hiérarchique



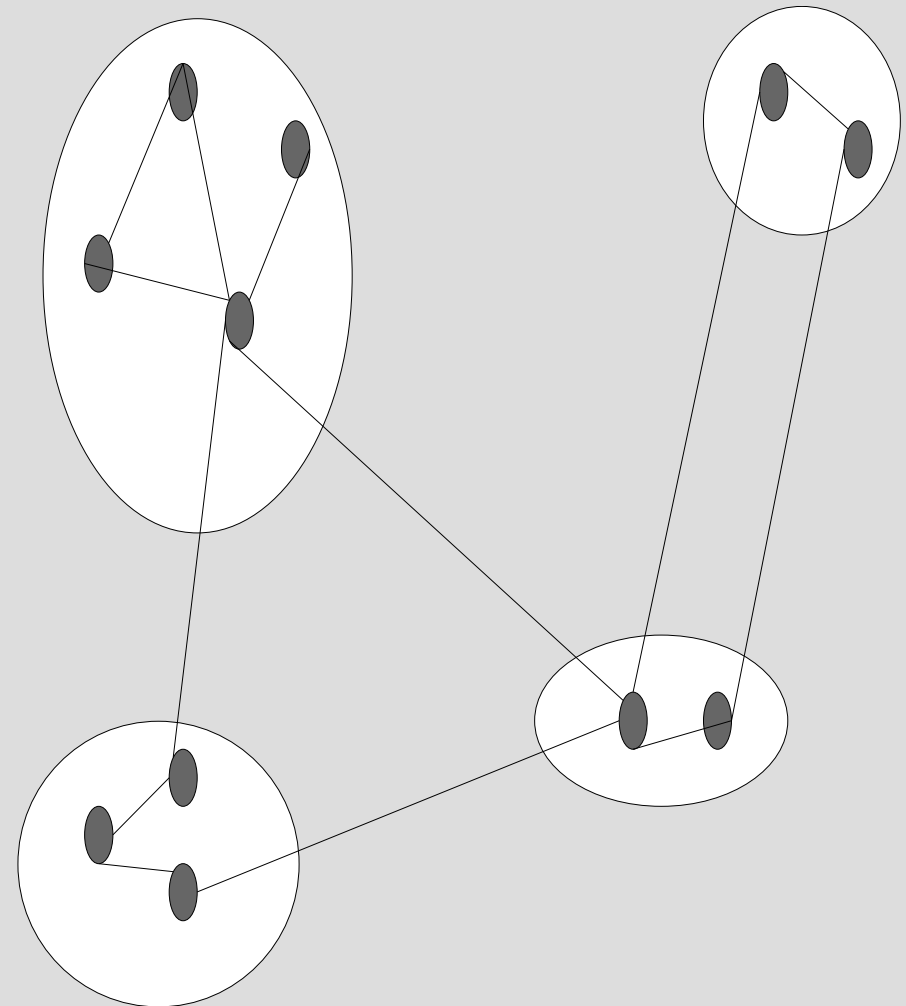
Structures interconnectées

- Réseaux locaux
- Réseau global et décentralisé
- Stratégies de différenciation



Structures recombinaibles

- Inputs immatériels
- Colocalisation de court terme
- Stratégies globales de réseau



Conclusion

- Une approche renouvelée de la dynamique des clusters
- Nécessité pour les acteurs de tenir compte à la fois des contraintes et bénéfiques de la proximité géographique et de la globalisation
- Au delà de l'agglomération spatiale, considérer un cluster comme un ensemble cohérent étroitement articulé d'acteurs industriels et technologiques
- Emergence de structures multi-sites: combinaisons multiformes de proximités géographiques et organisationnelles, dans l'espace et dans le temps.