

Diffusion dans les Réseaux d'Interactions Dynamiques

Erick Stattner

Dirigé par :

Martine Collard et Nicolas Vidot

Laboratoire LAMIA
Université des Antilles et de la Guyane
FRANCE

Guadeloupe, Octobre 2011



Introduction

Les réseaux aujourd'hui

Les réseaux aujourd'hui :

- Émergence de la modélisation réseau (Barnes, 1954)
- Travaux célèbres :
 - ▶ Bott, 1957 : Séparation des tâches dans le couple
 - ▶ Milgram, 1967 : Effet petit monde
 - ▶ Nombre d'Erdos
- "Network Science"
- Exemples :
 - ▶ Data Mining : Phénomènes d'achats
 - ▶ Science de l'information : diffusion d'information

Focus

Comprendre les mécanismes de diffusion à travers un réseau

Outline

- 1 Introduction
- 2 État de l'Art
 - Diffusion : Une histoire d'états
 - Modèles à compartiments
 - Modèles à Meta-Population
 - Modèles réseaux
- 3 Contribution
- 4 Conclusion

État de l'Art

Diffusion : Une histoire d'états

Diffusion : Une histoire d'états

- Représenter les individus en termes d'états
- Modéliser les changements d'états des individus
- Exemples :
 - ▶ Maladie : (Susceptible, Infected, Recover, ...)
 - ▶ Rumeur : (Ignorant, Spreader, Stifler, ...)
- Objectif : Comprendre, Maximiser ou Minimiser, ...

Diffusion de maladies

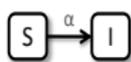
Bien étudié, bcp de résultats, de données réelles et synthétiques

État de l'Art

Modèles à compartiments

Modèles à compartiments :

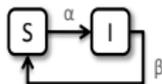
- Premières modélisations à base d'eq. différentielles
- Suppose que :
 - ▶ La population peut-être divisée en différent compartiments (*Susceptible (S), Infected (I), Recover (R), ...*)
 - ▶ Mélange uniforme des individus dans ces compartiments
- Modèles standards :



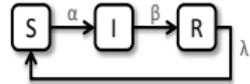
SI Model



SIR Model



SIS Model



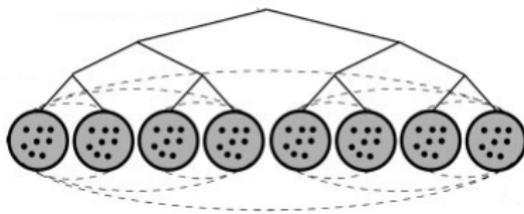
SIRS Model

État de l'Art

Modèles à Meta-Population

Modèles à Meta-Population :

- Idée : la structure de la population joue un rôle majeur
- Première tentative pour intégrer des notions d'interactions sociales entre les individus
- Suppose que :
 - ▶ Les individus sont classifiés en différents états (S, I, ...)
 - ▶ La population est organisée en sous-population
 - ▶ Les individus peuvent se déplacer entre les sous-populations
- Selon Watts et al., 2005 :



État de l'Art

Modèles à Compartiments et à Meta-Population :

Modèles à Compartiments et à Meta-Population

- Simples et déterministes
- Hypothèses trop réductrices
- Ne reflètent pas :
 - ▶ Les mécanismes réels de transmission
 - ▶ La complexité des interactions humaines impliquées

État de l'Art

Modèles réseaux

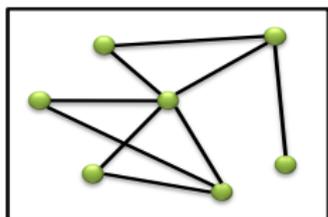
Modèle réseau :

- Première utilisation en 1985 par Klov Dahl
- Représente les entités et leur relation
- Basé sur l'idée que la structure et la nature du réseau sont les principaux facteurs de l'apparition et de la transmission
 - ▶ Ex. Réseau de proximité
- Suppose que :
 - ▶ Chaque individu à un état (S, I, ...)
 - ▶ La maladie se propage à travers les liens
 - ▶ Les individus sont infectés avec une certaine probabilité

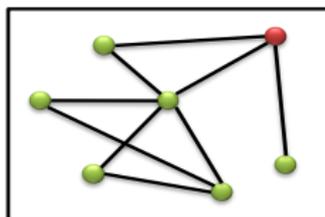
État de l'Art

Modèles réseaux

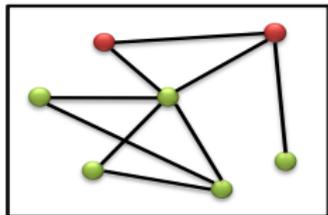
Modèles réseaux : Exemple de scénario d'infection



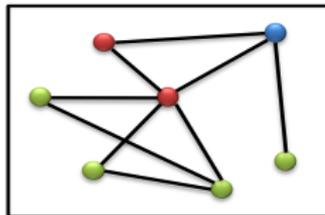
t1



t2



t3



t4

-  Susceptible
-  Infected
-  Recover

État de l'Art

Modèles réseaux

Modèles réseaux :

- Plus réalistes : pas de mélange uniforme
- Permettent de modéliser des relations de natures différentes
 - ▶ Ex. relations d'amitiés, professionnelles, géographiques, ...
- Adaptés pour représenter la dynamique des contacts humains réels

État de l'Art

Modèles réseaux

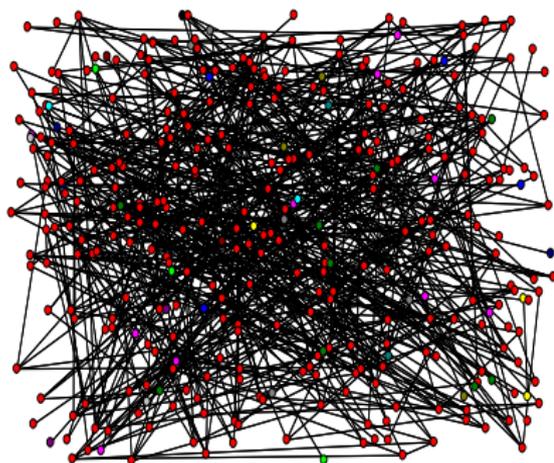
Modèles réseaux pour :

- Comprendre la structure
- Étudier l'évolution de la diffusion
- Identifier les situations à risque
- Rechercher des motifs

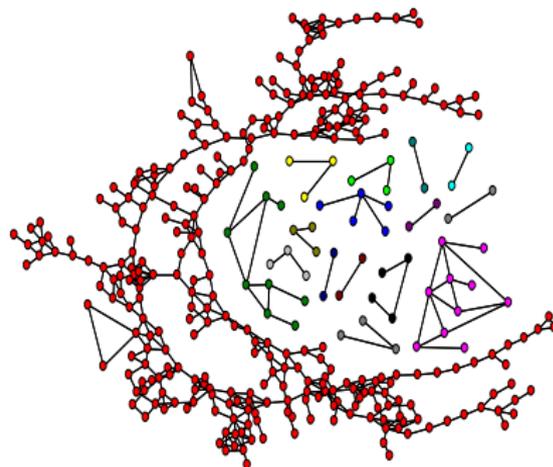
État de l'Art

Modèles réseaux

Exemple d'approche visuelle :



(a)

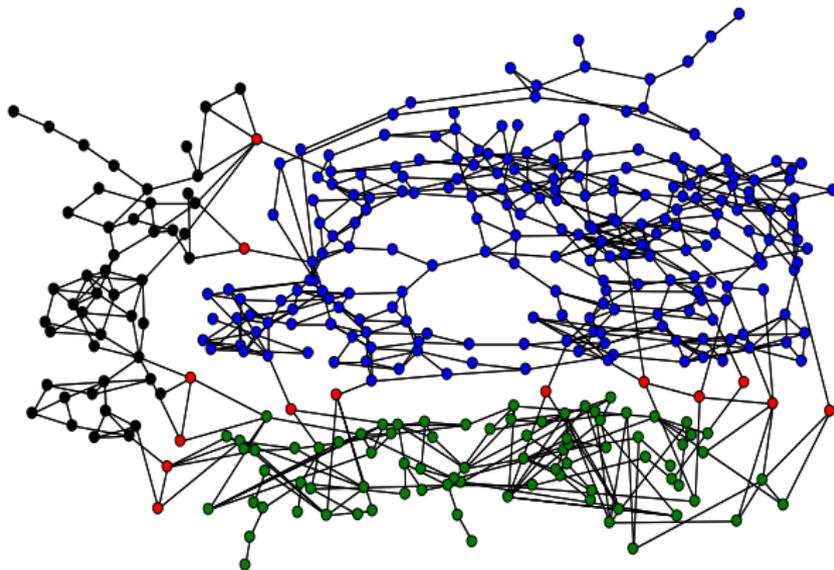


(b)

État de l'Art

Modèles réseaux

Exemple d'approche utilisant les propriétés :



Outline

- 1 Introduction
- 2 État de l'Art
- 3 Contribution
 - Motivation
 - Stratégies d'évolution
 - Résultats
 - Simulation tool
- 4 Conclusion

Contribution

Motivation

Motivation :

- Dynamique est un aspect intrinsèque aux réseaux
- Impact de cette dynamique très peu étudié

Combiner :

- La dynamique de la diffusion
- La dynamique des réseaux

Notre objectif

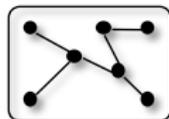
Définir un cadre pour étudier les effets de la dynamique du réseau sur les phénomènes de diffusion

Contribution

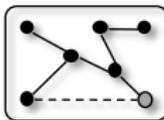
Stratégies d'évolution

Stratégies d'évolution :

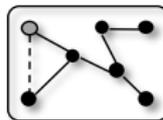
- Random (R)
- Triadic Closure (TC)
- Global Connection (GC)
- Preferential Attachment (PA)



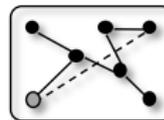
Reference Network



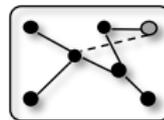
(a) Random



(b) Triadic Closure



(c) Global Connect.

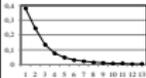
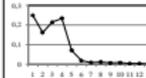


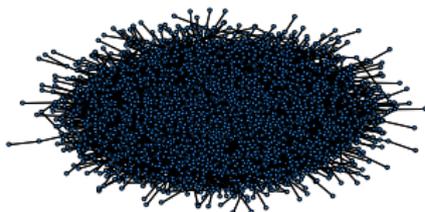
(d) Preferential Att.

Contribution

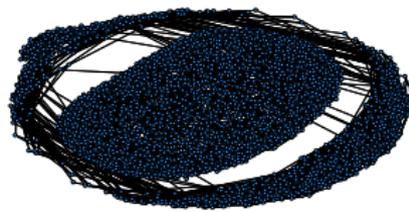
Réseaux étudiés

Réseaux étudiés :

		Networks	
		N1	N2
general	Origine	Generated	Portland
	#nodes	3233	4829
	#links	5154	7455
	Density	0.000986	0.0006395
	#comp	1	1
degree	avg	3.188	3.087
	max	118	17
	Distribution		
	cc	avg	0.00427



N1



N2

Contribution

Résultats

Paramètres des expériences

- Le réseau ($N1$, $N2$)
- La stratégie d'évolution (R , TC , GC , PA)
- La vitesse d'évolution Q
- $\alpha = 0.1$
- $\beta = 0.2$

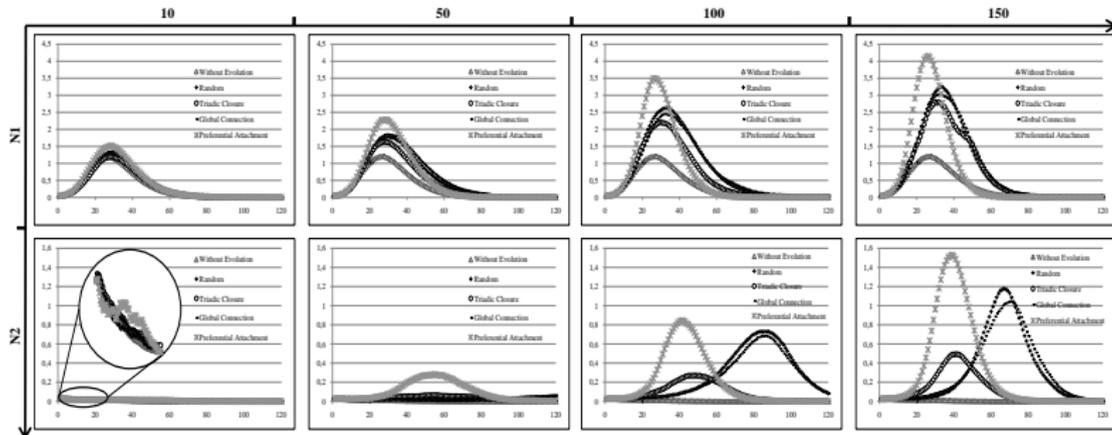
Notre objectif

Comprendre l'impact de ces différentes stratégies d'évolution sur les courbes d'incidence

Contribution

Résultats

Résultats :



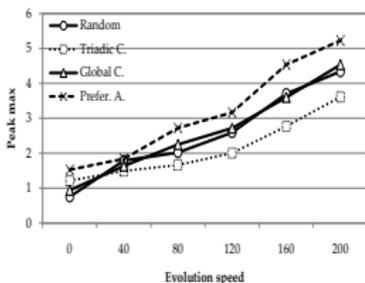
Synthèse

Synthétiser selon (1) valeur du pic et (2) le moment d'apparition

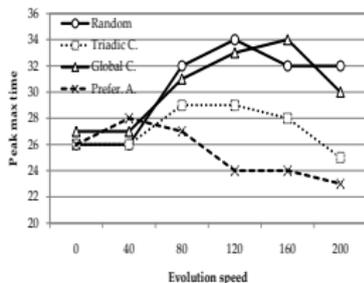
Contribution

Résultats

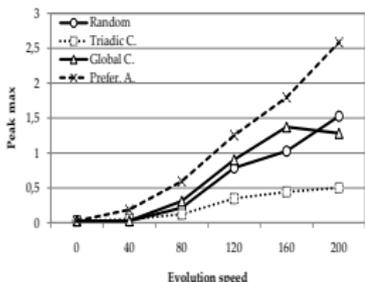
Synthèse des résultats :



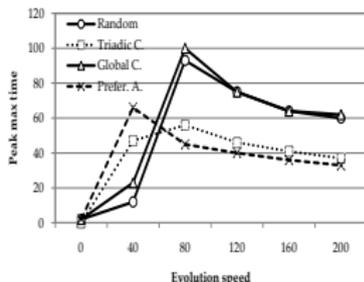
N1 - (1)



N1 - (2)



N2 - (1)



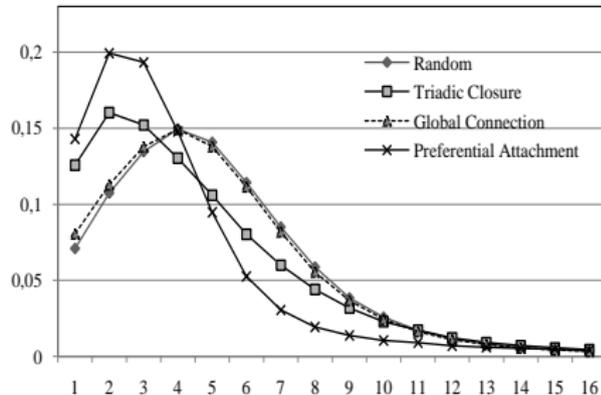
N2 - (2)

Contribution

Résultats

Effets sur les propriétés du réseau :

- PA : renforce les liens des noeuds les plus connectés
- TC : renforce les liens entre un groupe de noeuds
- R and GC : réduisent l'effet communautaire



	min degree	avg degree	max degree	Clust. C.
R	1.0	5.673	120.27	0.0045
N1 Tri. C.	1.0	5.367	142.04	0.3036
N1 Glo. C.	1.0	5.546	119.82	0.0020
N1 Pre. A.	1.0	5.540	146.65	0.0142
R	1.0	4.54	18.88	0.3882
N2 Tri. C.	1.0	3.95	23.40	0.6204
N2 Glo. C.	1.0	4.58	18.77	0.3763
N2 Pre. A.	1.0	4.25	33.31	0.4588

Contribution I

DynSpread

DynSpread¹ :

- Outil graphique pour la simulation de la diffusion sur des réseaux en évolution (JAVA)
- Conçu pour étudier “**DY**Namics of **SP**READing”
- Deux panneaux principaux :
 - ▶ Panneau de la calibration
 - ▶ Panneau de visualisation

1. DynSpread :

<http://lamia.servhome.org/index.php/membres-et-equipes/equipes/idc/>

Contribution

DynSpread

Tracing Epidemics on Dynamic Social Networks

File Edit View Options Help

Social Network

Network :
High School

Treshold :
70

Validate

Parametrage

Transmission proba. :
0.1

Recover proba. :
0.2

Link creation strategy :
Global Connections

Number of new links :
10

Update

Simulation

Simulation speed :
Time :
4 Time unit

Start simulation

Graphical mode Verbose mode

Tool for Tracing Epidemics on Dynamic Social Networks

Erick STATTNER - PhD Candidate, University of the French West-Indies

Contribution

DynSpread

File Edit View Options Help

Graphical mode Verbose mode

Network :
 HS (High School)
 Threshold :
 70
 Validate

Paramétrage

Transmission proba. :
 0.1
 Recover proba. :
 0.2
 Link creation strategy :
 Global Connection
 Number of new links :
 10
 Update

Simulation

Simulation speed :
 Time :
 3 Time unit
 Start simulation

Reseau : university.txt

Nb. Noeud : 489
 Nb. Liaison : 487
 Densite : 0.004081598444466794
 --
 Degre Min : 1.0
 Degre Moy : 1.9918200408997955
 Degre Max : 10.0
 --
 CC Moyen : 0.03716525464991722
 --

Time	Nbl.	%Nbl.	NbL.	AVG Deg.	Density	CC
0	1.0	0.204	487	1.991	0.004	0.037
1	1.0	0.204	522	2.134	0.004	0.091

Nb. Noeud : 489
 Nb. Liaison : 557
 Densite : 0.004668275838948674
 --
 Degre Min : 1.0
 Degre Moy : 2.278118609406953
 Degre Max : 13.0
 --
 CC Moyen : 0.1528508642005574
 --

Time	Nbl.	%Nbl.	NbL.	AVG Deg.	Density	CC
0	2.0	0.408	557	2.278	0.004	0.152
1	2.0	0.408	594	2.429	0.004	0.217
2	3.0	0.613	624	2.552	0.005	0.247
3	4.0	0.817	652	2.666	0.005	0.284

Tool for Tracing Epidemics on Dynamic Social Networks
 Erick STATTNER - PhD Candidate, University of the French West-Indies

Outline

- 1 Introduction
- 2 État de l'Art
- 3 Contribution
- 4 Conclusion
 - Bilan
 - Perspectives

Conclusion

Bilan

Bilan :

- La dynamique influence la diffusion selon :
 - ▶ La façon dont le réseau évolue
 - ▶ La vitesse à laquelle il évolue
- Premières contributions [1,2] :
 - ▶ Compréhension de la diffusion sur les réseaux du monde réel
 - ▶ Modélisation de stratégies simplifiées

Conclusion

Perspectives

Perspectives :

- Dynamique liée à des phénomènes plus complexes :
 - ▶ Inspirés des évolutions des réseaux réels
 - ▶ Mobilité des êtres humains
- Extension de notre outil à d'autres types de propagation
- Application en Data Mining

Conclusion

Merci de votre attention...

QUESTIONS ??

Conclusion

Bibliography

- [1] E. Stattner, M. Collard, N. Vidot, 22nd International Conference, DEXA 2011, Toulouse, France, August 29 - September 2, 2011
- [2] E. Stattner, M. Collard, N. Vidot, Towards Merging Models, WSKS, 2011