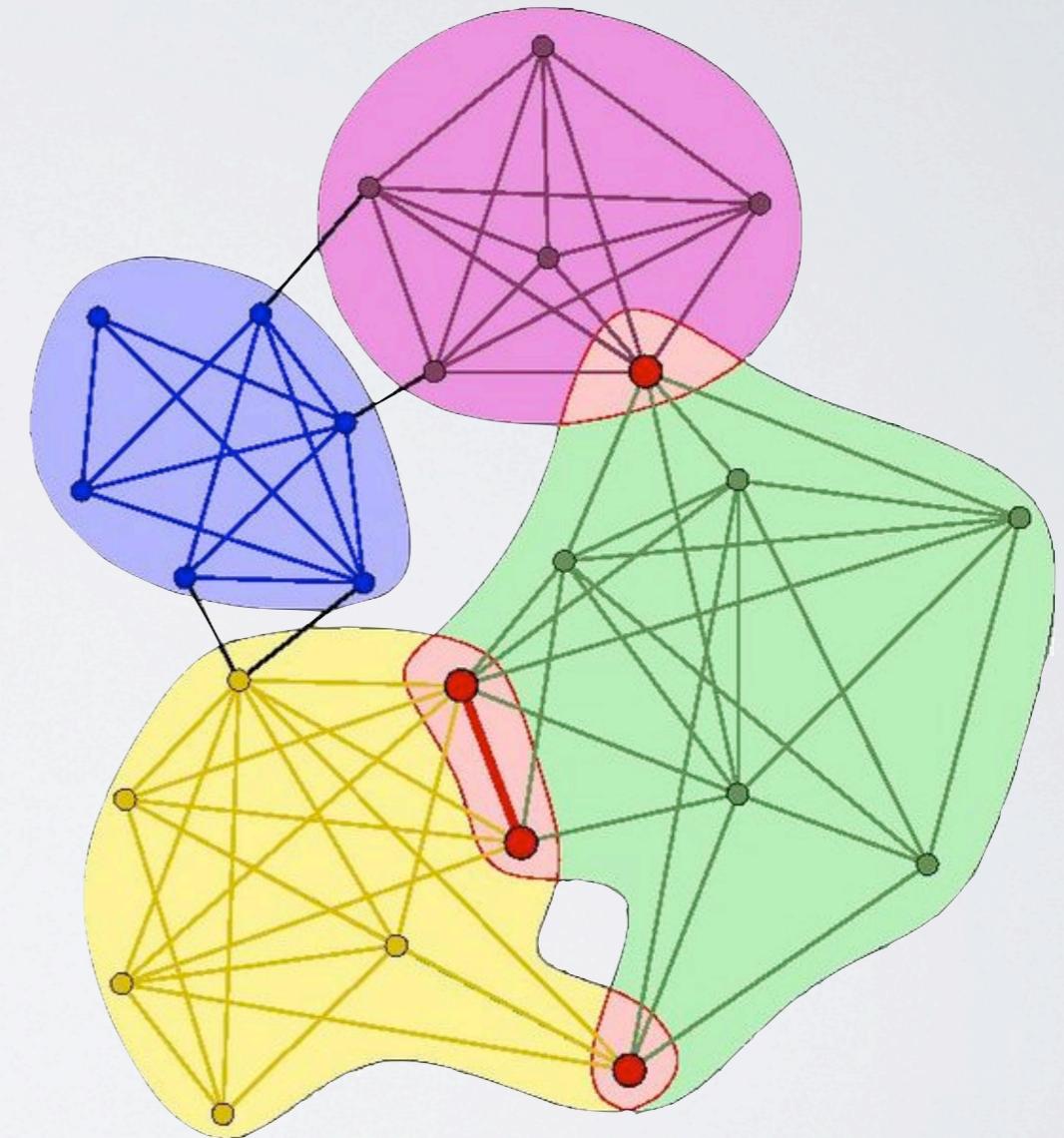
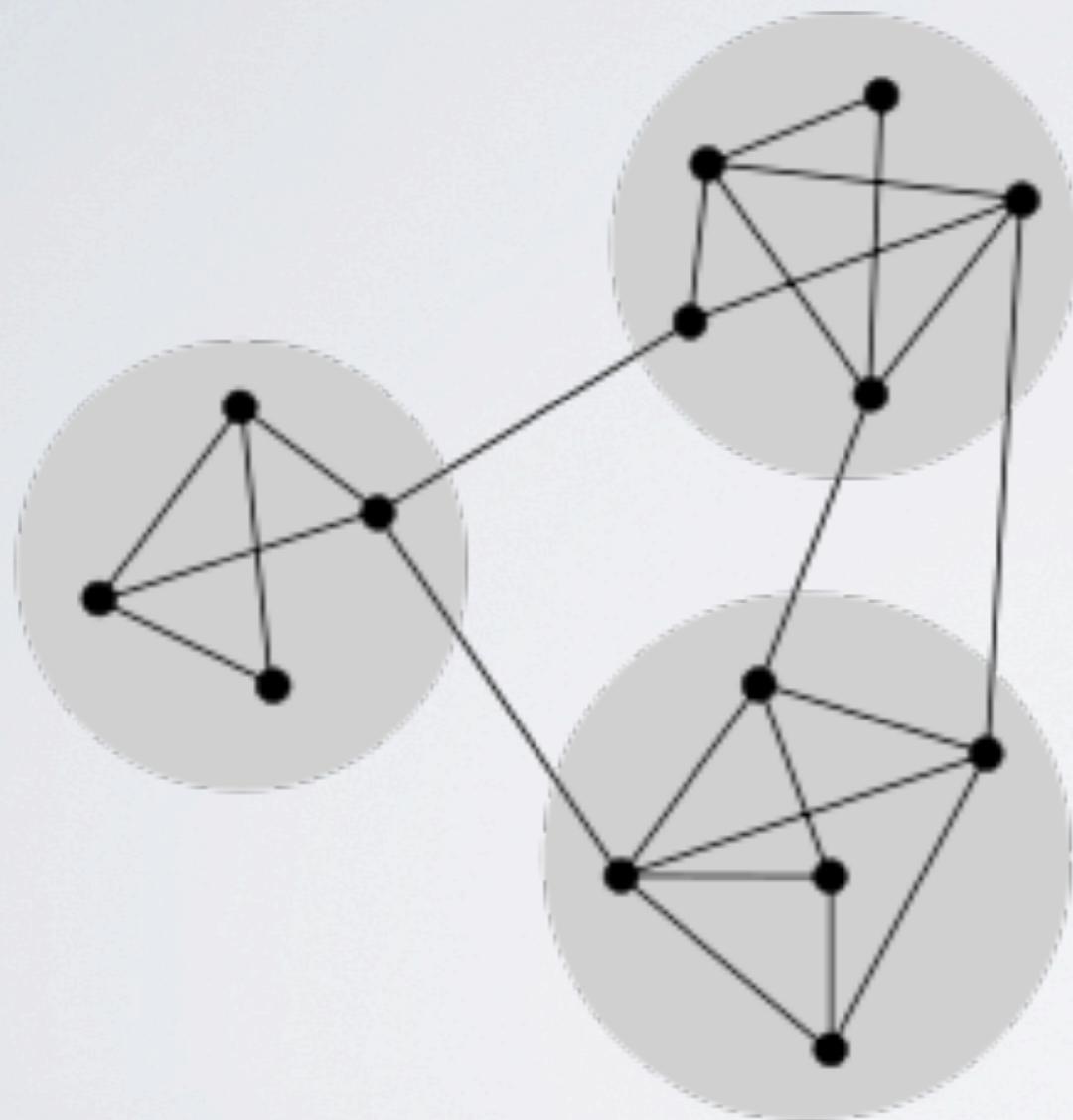


DÉTECTION DE COMMUNAUTÉS SUR DES RÉSEAUX DYNAMIQUES

Cazabet Rémy

DÉTECTION DE COMMUNAUTÉS

DÉTECTION DE COMMUNAUTÉS



DÉTECTION DE COMMUNAUTÉS

[Fortunato 2010] :

“Pas de définition universellement accepté de ce qu'est une communauté”

DÉTECTION DE COMMUNAUTÉS

- Définitions informelles :
 - Groupes de noeuds :
 - Fortement liés entre eux
 - Faiblement liés au reste du réseau
 - Structures mésoscopiques dans les réseaux, porteuses de sens

DÉTECTION DE COMMUNAUTÉS

- Modularité :

$$Q = \sum_{c \in P} \left[\frac{C^{int}}{m} - \left(\frac{C^{ext} + 2C^{int}}{2m} \right)^2 \right]$$

- Une métrique, pas une définition :
 - Limite de résolution
 - Pas de recouvrement
 - Vision “boite noire”
 - Efficacité limitée

DÉTECTION DE COMMUNAUTÉS

- Nombreuses applications :
 - Réseaux sociaux
 - Réseaux biologiques (neuroneaux, gènes, ...)
 - Réseaux informatiques (routeurs)
 - Réseaux issus du Web 2.0
 -

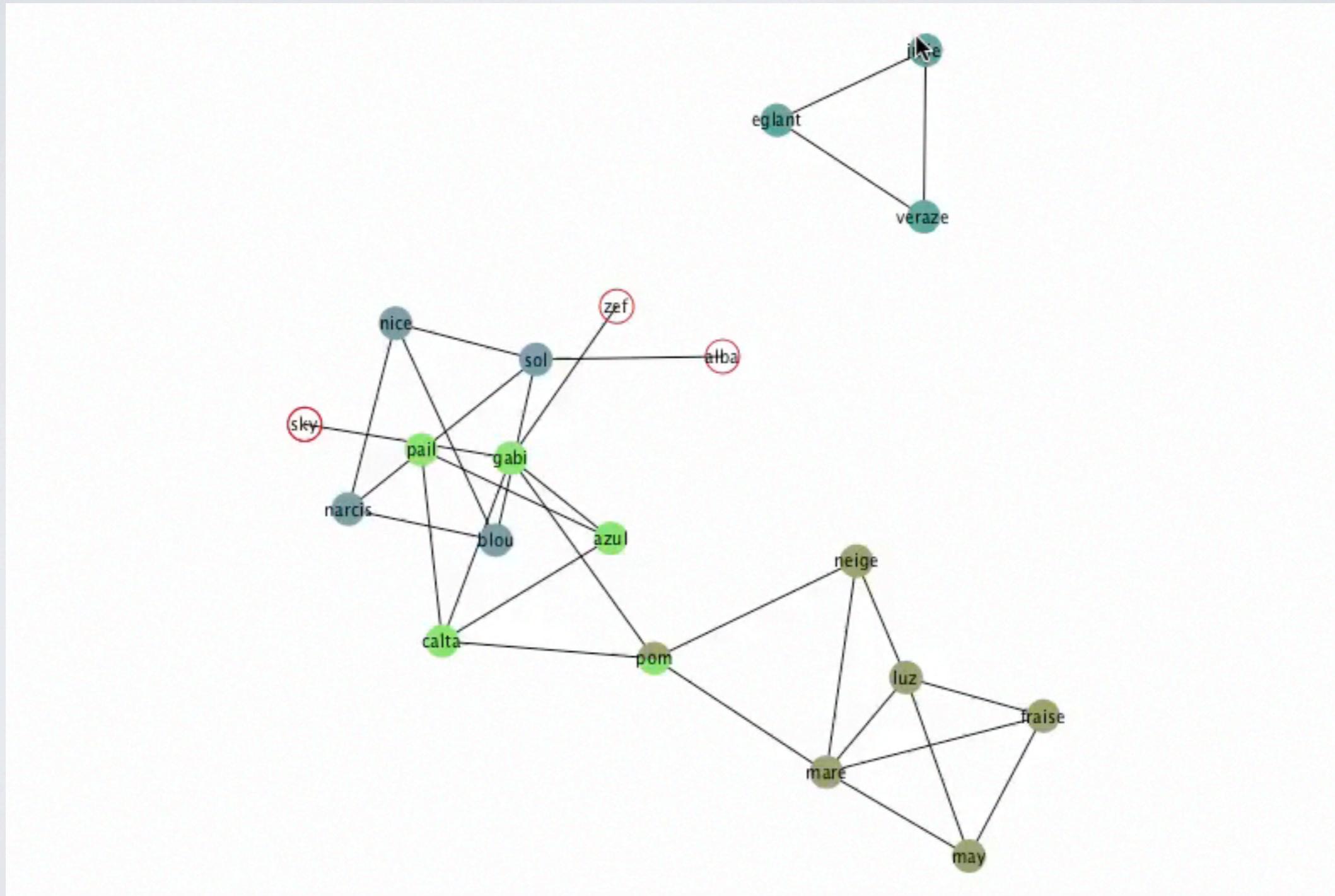
RÉSEAUX DYNAMIQUES

RÉSEAUX DYNAMIQUES

- Réseaux de terrain : évoluent
 - Réseau sociaux : création et disparition de relations
 - Réseaux informatiques : création et disparition de connexions
 - Réseaux du web : création et disparition de liens hypertexte
 - ...

RÉSEAUX DYNAMIQUES

RÉSEAUX DYNAMIQUES

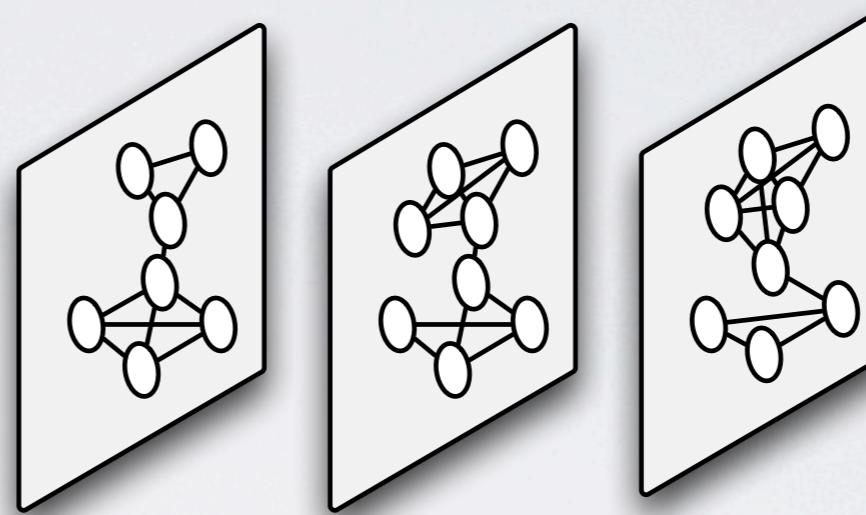


RÉSEAUX DYNAMIQUES

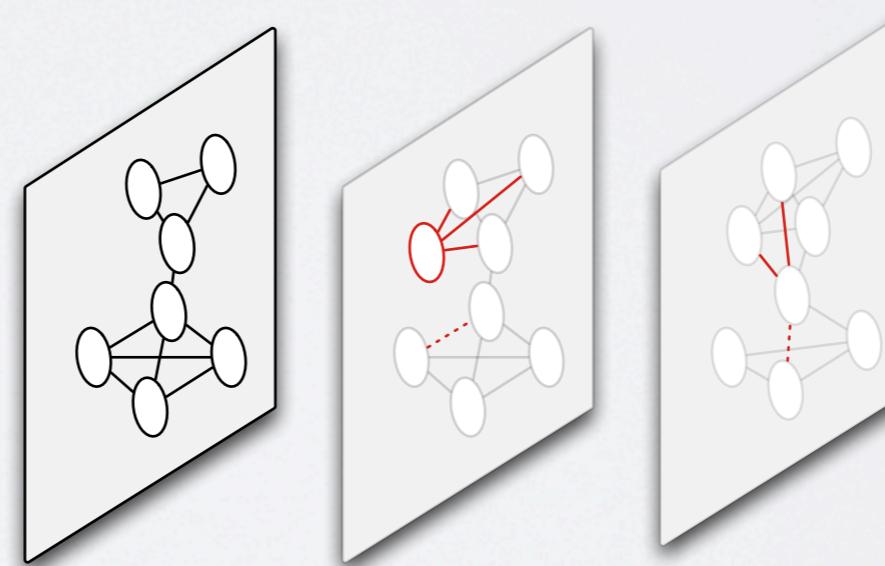
- Deux visions :
 - Séquences d'instantanés (*snapshots*)
 - ▶ Chaque jour/mois/an, capture du réseau tel qu'il est à cet instant
 - ▶ Agrégation des interactions sur une période d'un jour/mois/an
 - ▶ -> Plusieurs réseaux statiques ordonnés
 - Réseau temporel (*temporal network*)
 - ▶ 1 lien = ensemble d'intervalles de temps durant lesquels ce lien est présent
 - ▶ Ensemble ordonné des modifications sur le réseau

RÉSEAUX DYNAMIQUES

Séquence
d'instantanés



Réseau temporel



DÉTECTION DE COMMUNAUTÉS
DANS LES
RÉSEAUX DYNAMIQUES

=

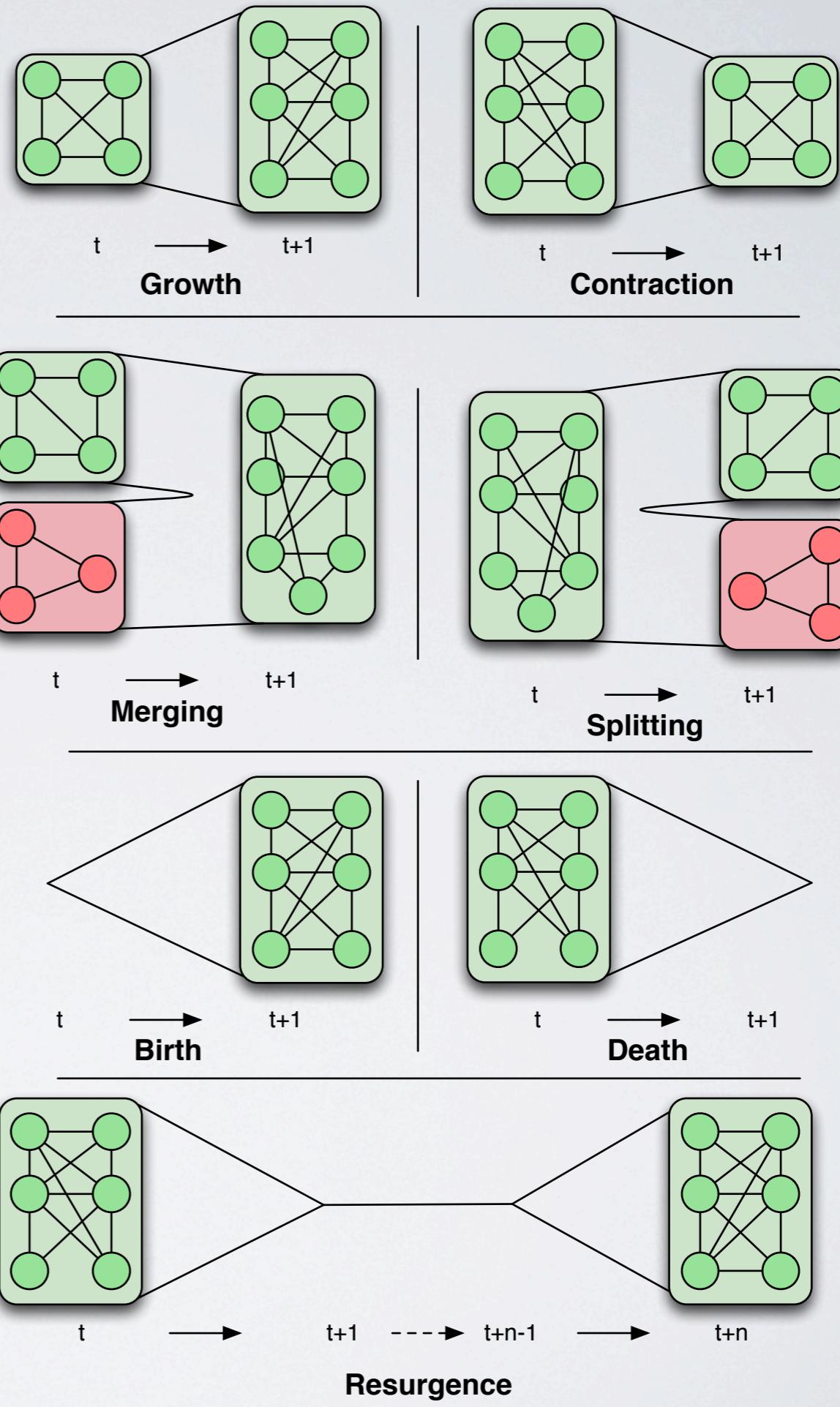
DÉTECTION DE COMMUNAUTÉS
DYNAMIQUES

COMMUNAUTÉS DYNAMIQUES

- Une équipe de recherche :

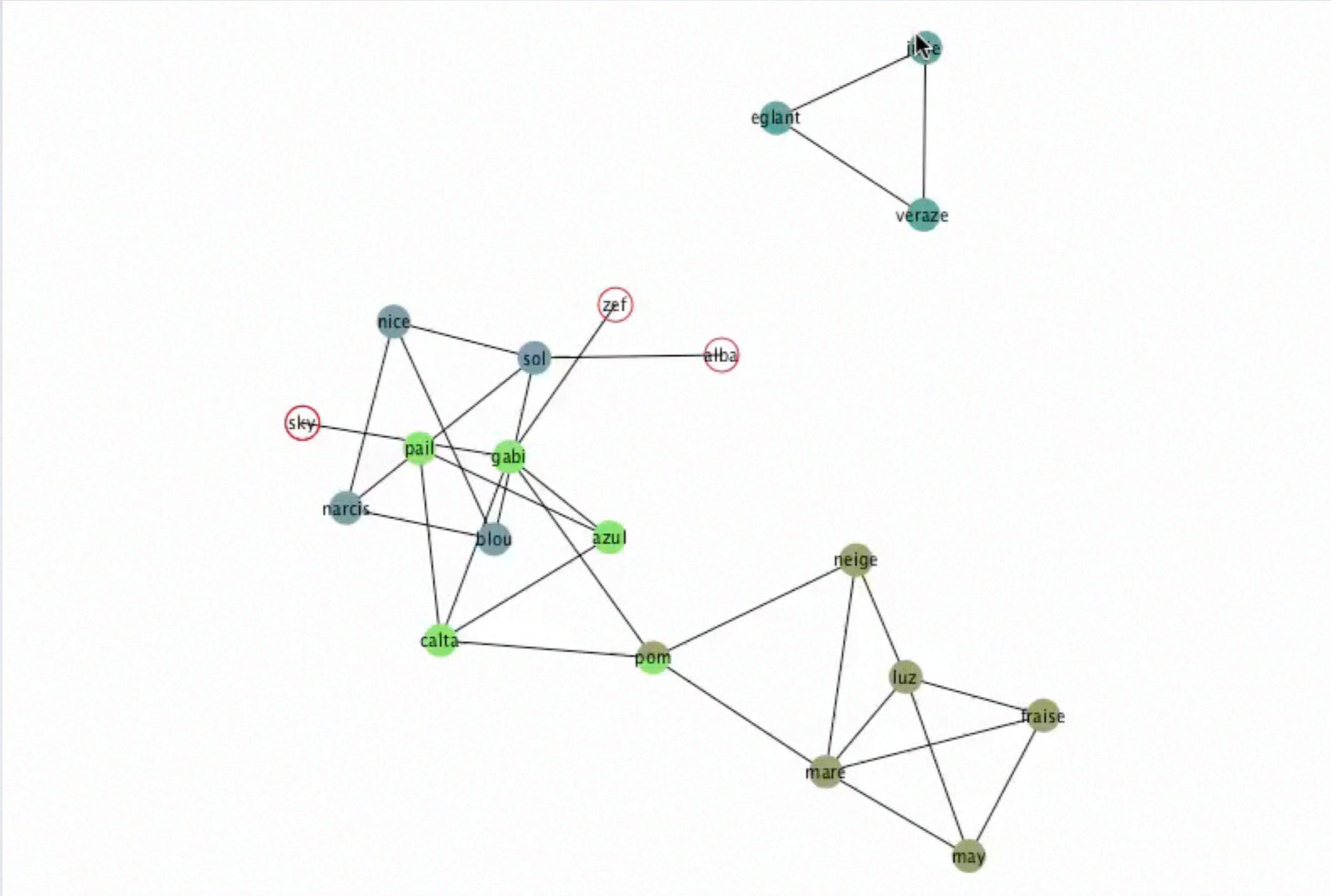
- 1993 : {Jean, Pierre, Paul}
- 1996 : + Louise {Jean, Pierre, Paul, Louise}
- 1997 : - Paul {Jean, Pierre, Louise}
- 2000 : -Pierre + Steevy {Jean, Louise, Steevy}
- 2004 : - Jean + Lorie + Edouard {Louise, Steevy, Lorie, Edouard}
- 2006 : {Lorie,Steevy} {Louise, Edouard}
- 2009 : {-} {Louise, Edouard}
- 2012 : {{Louise, Edouard}, {Albert, Isaac, Marie, Galilei, James, Blaise}}

Opérations de communautés



COMMUNAUTÉS DYNAMIQUES

COMMUNAUTÉS DYNAMIQUES



COMMUNAUTÉS DYNAMIQUES

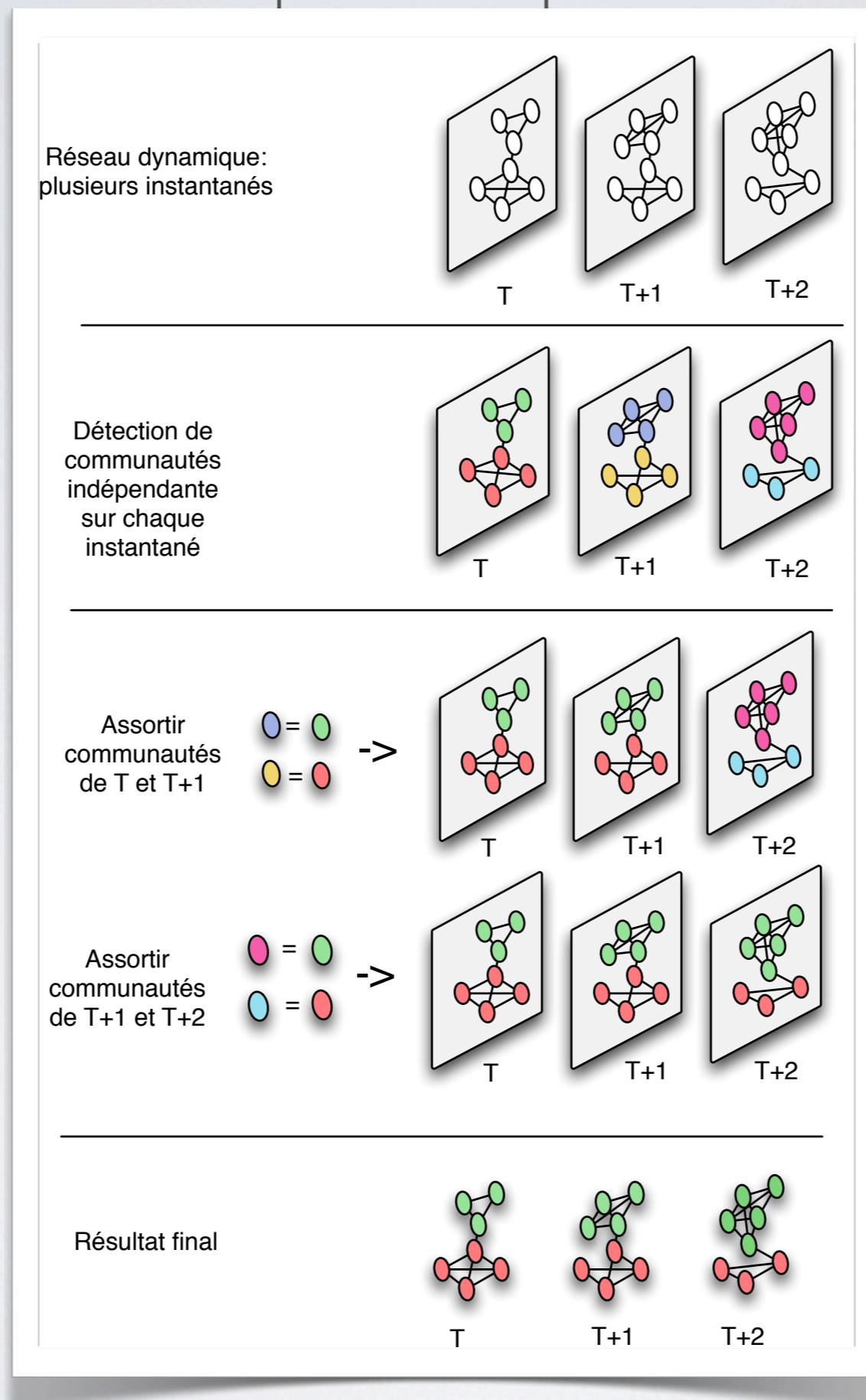
- Plusieurs méthodes proposées
 - ▶ Certaines avec recouvrement
 - ▶ Certaines avec opérations de communautés

2004	Hopcroft et al. [HKKS04]
2006	chakrabati et al. [CKT06]
2007	Palla et al. [PBV07] tantipathananandh et al. [TBWK07] Ben Jdidia et al. [BJRF07]
2008	Wang et al. [WWD08] Falkowski et al. [FBS08]
2009	Lin et al. [LCZ⁺09] Chan et al [CHX09]
2010	Aynaud et al. [AG10b] Aynaud et al. [AG10a] Mucha et al. [MRM⁺10] Greene et al. [GDC10] Chen et al. [CWJ⁺10] Wang et al. [WF10] Cazabet et al. [CAH10]
2011	Mitra et al. [MTR11] lancichinetti et al. [LRRF11] Xu et al [XKH11] Yang et al. [YCZ⁺11] Cazabet et al. [CA11]
2012	Li et al. [LHB⁺12] Shang et al. [SLX⁺12]

COMMUNAUTÉS DYNAMIQUES

- Différentes approches :
 - Détections statiques indépendantes + matching
 - Détections statiques informées
 - Détections globales
 - Détections sur réseaux temporels

Détections statiques indépendantes + matching

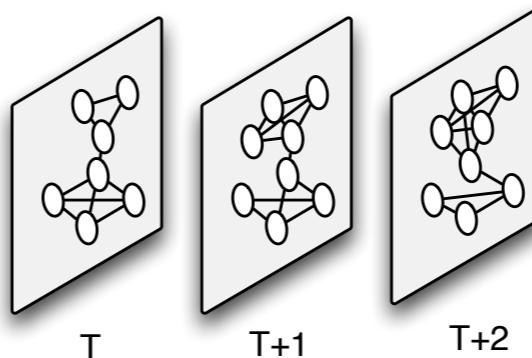


Détections statiques indépendantes + matching

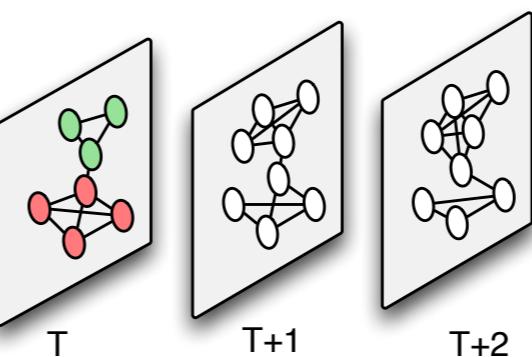
- Avantage :
 - Réutilisation méthodes statiques
- Inconvénient :
 - Instabilité des algorithmes !
 - ▶ Réseau de 9000 nœuds, retirer quelques nœuds : de 500 à 3000 changements unitaires... [Aynaud et al. 2010]

Détections statiques informées

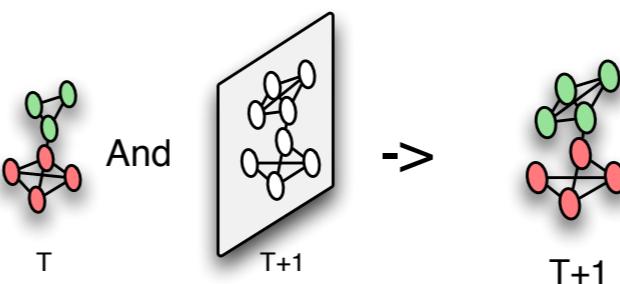
Evolving network:
several snapshots



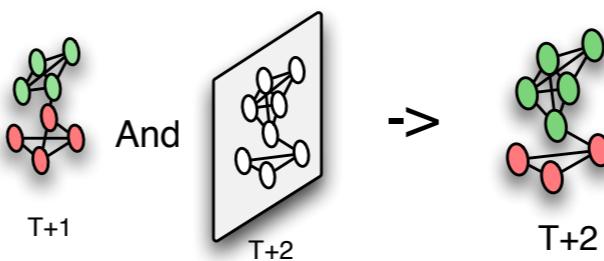
Community
detection in the
first snapshot



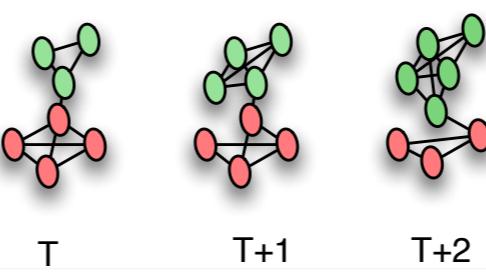
Detection of
communities at T+1
using snapshot T+1
and communities of T



Detection of
communities at T+2
using snapshot T+2 and
communities of T+1

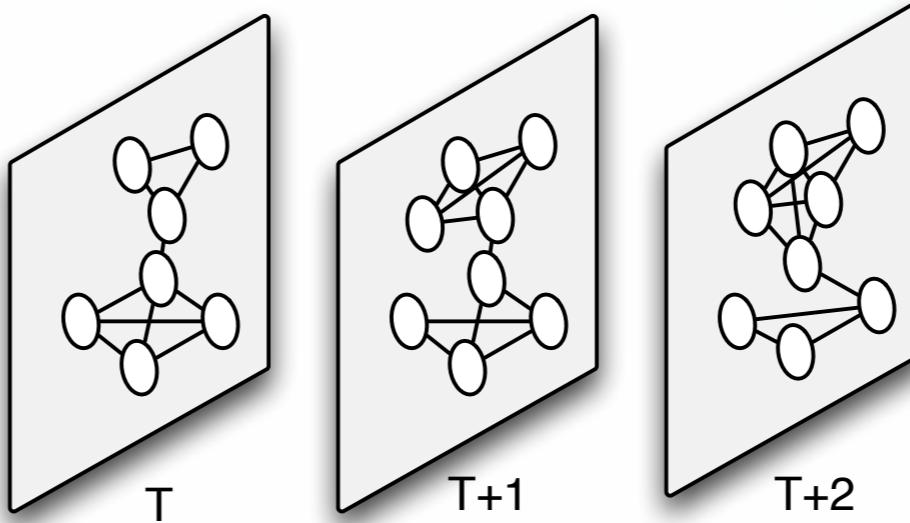


Final result

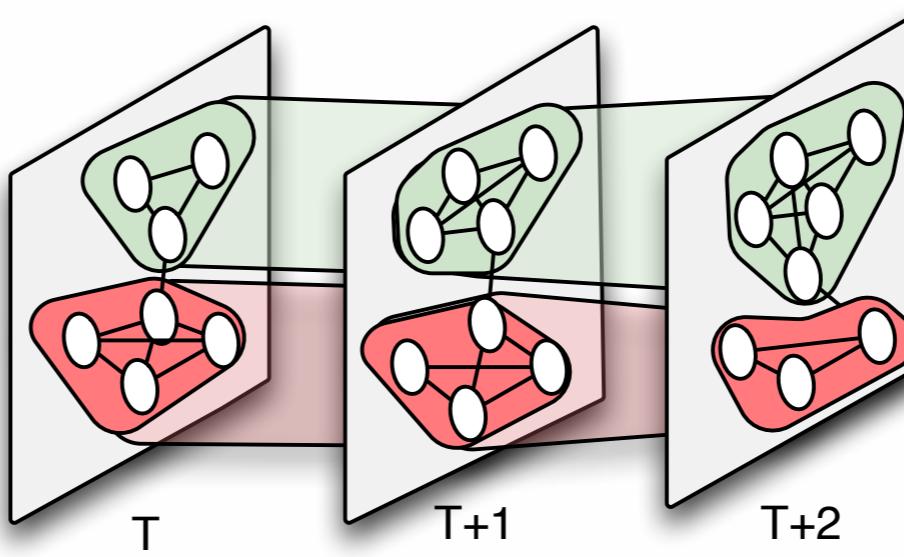


Détections globales

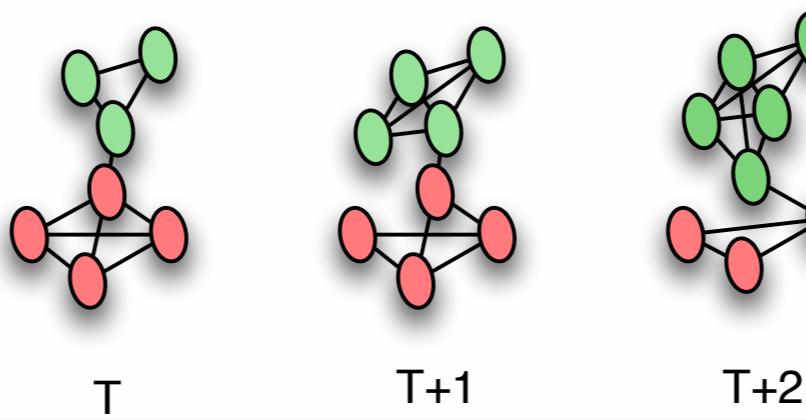
Réseau dynamique:
plusieurs instantanés



Détection de
communautés
pertinentes sur
plusieurs
instantanés

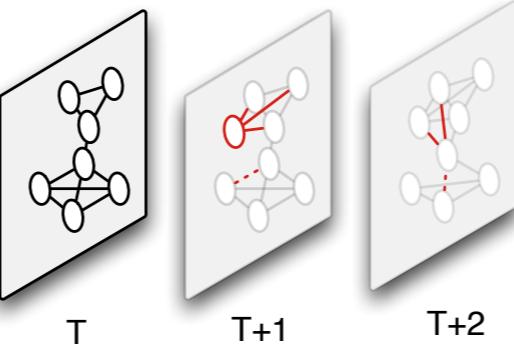


Résultat Final

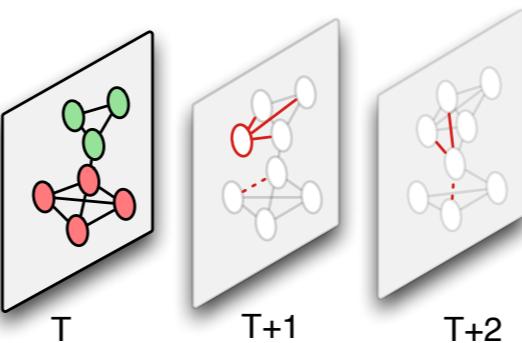


Détections sur réseaux temporels

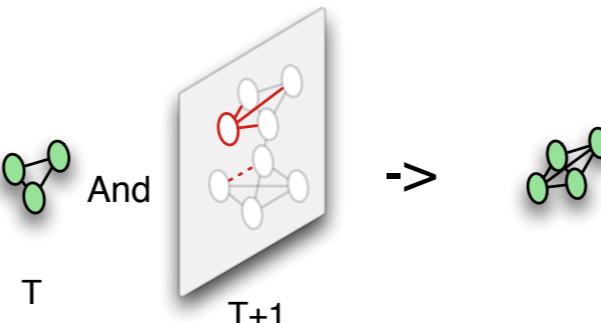
Réseau temporel : un réseau initial (facultatif) et une séquence de modifications
(trait plein = ajout, pointillés = disparition)



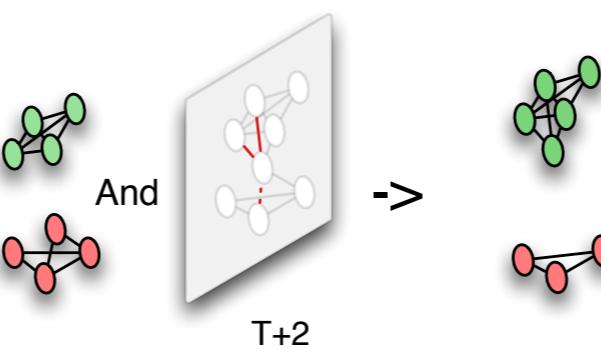
Obtenir les communautés sur le premier instantané (facultatif)



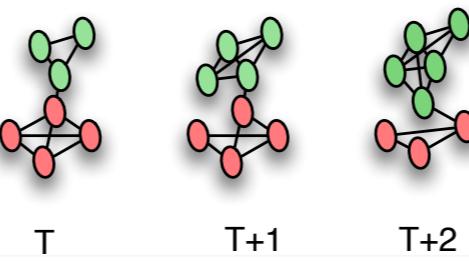
Mise à jour des communautés de T en fonction des modifications à T+1



Mise à jour des communautés de T+1 en fonction des modifications à T+2



Résultat final



Détections sur réseaux temporels

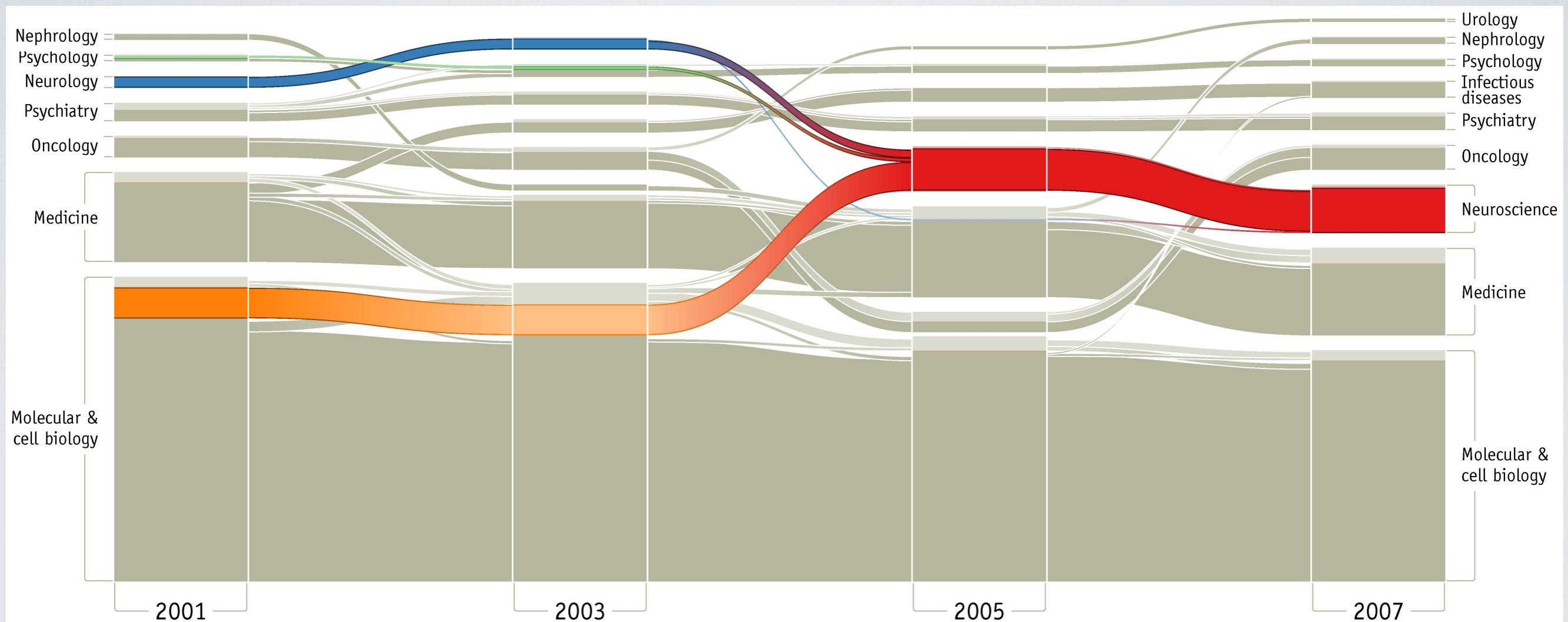
- Avantage :
 - Complexité non liée à la granularité/précision
- Inconvénient :
 - Risque de dérive des communautés (pas de détection globale)

VISUALISATION DE COMMUNAUTÉS DYNAMIQUES

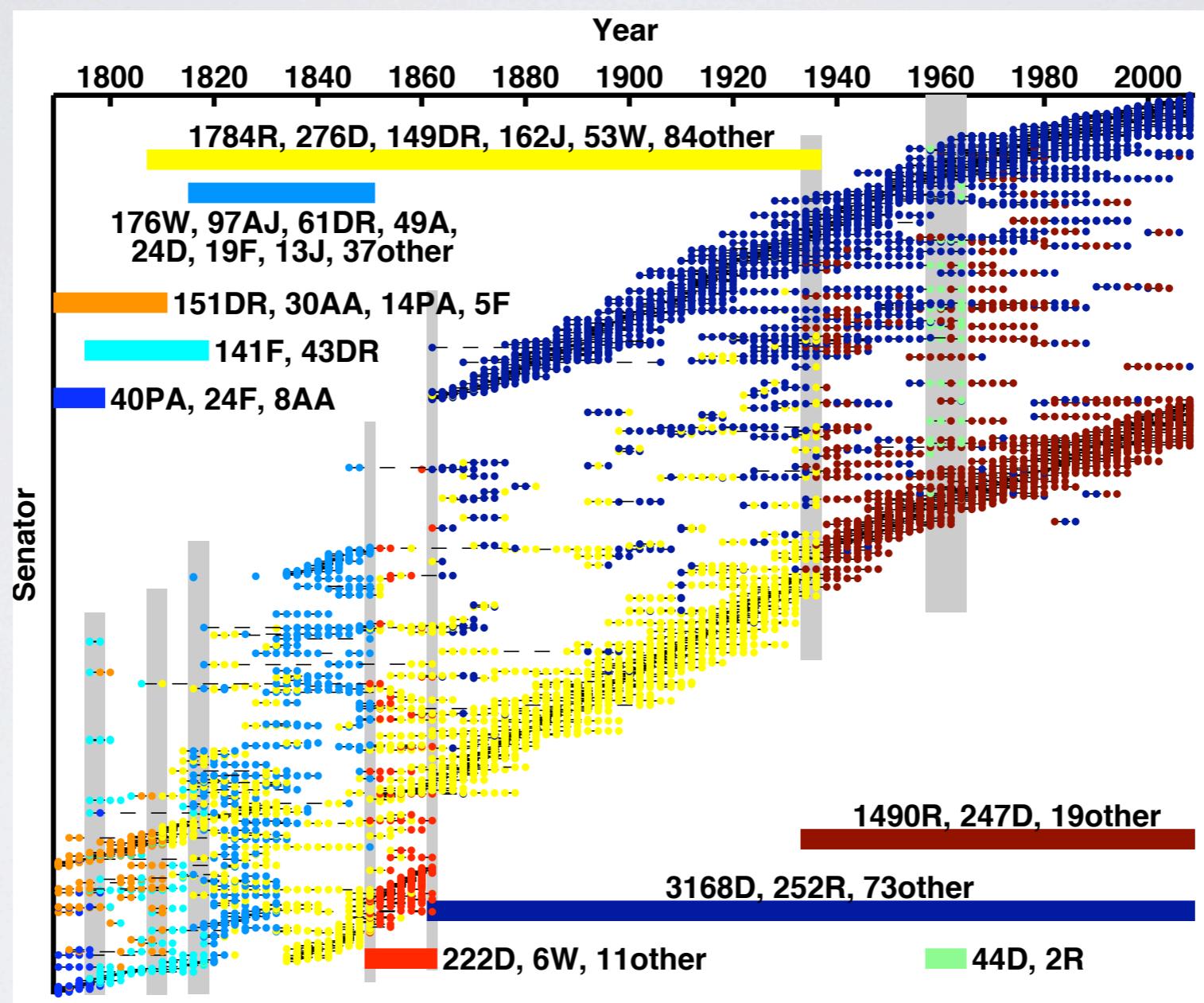
-

APPLICATIONS

Rosvall et al. 2010

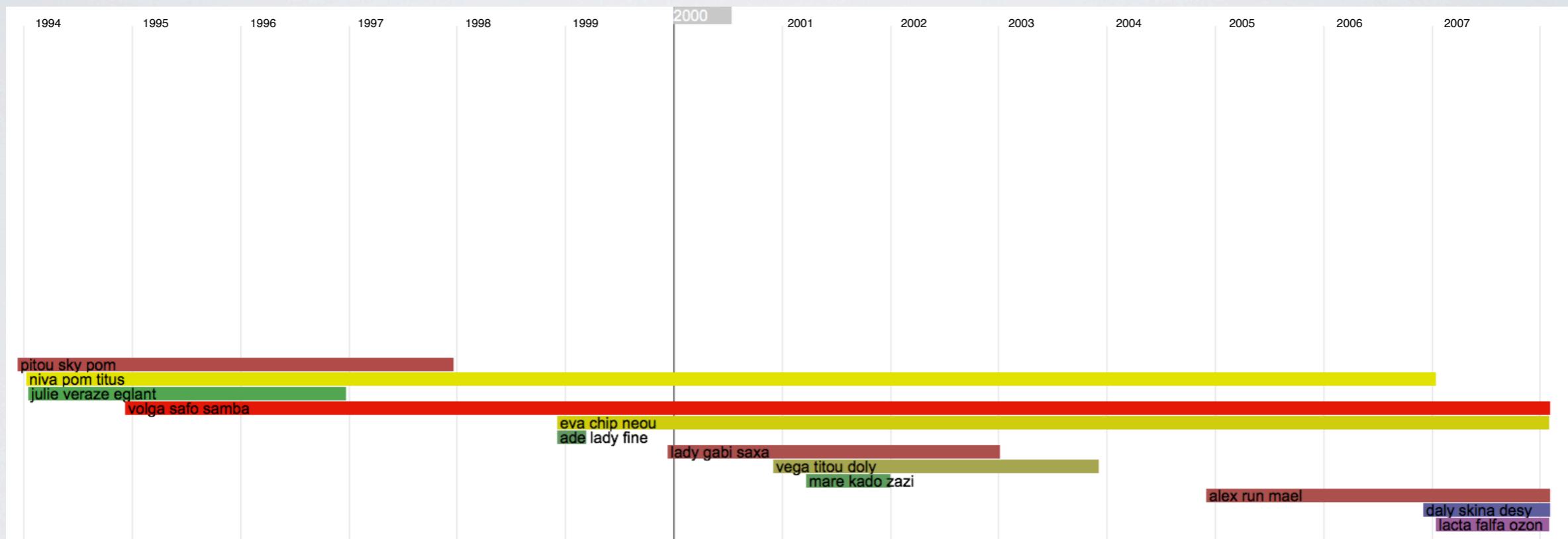


Mucha et al. 2010

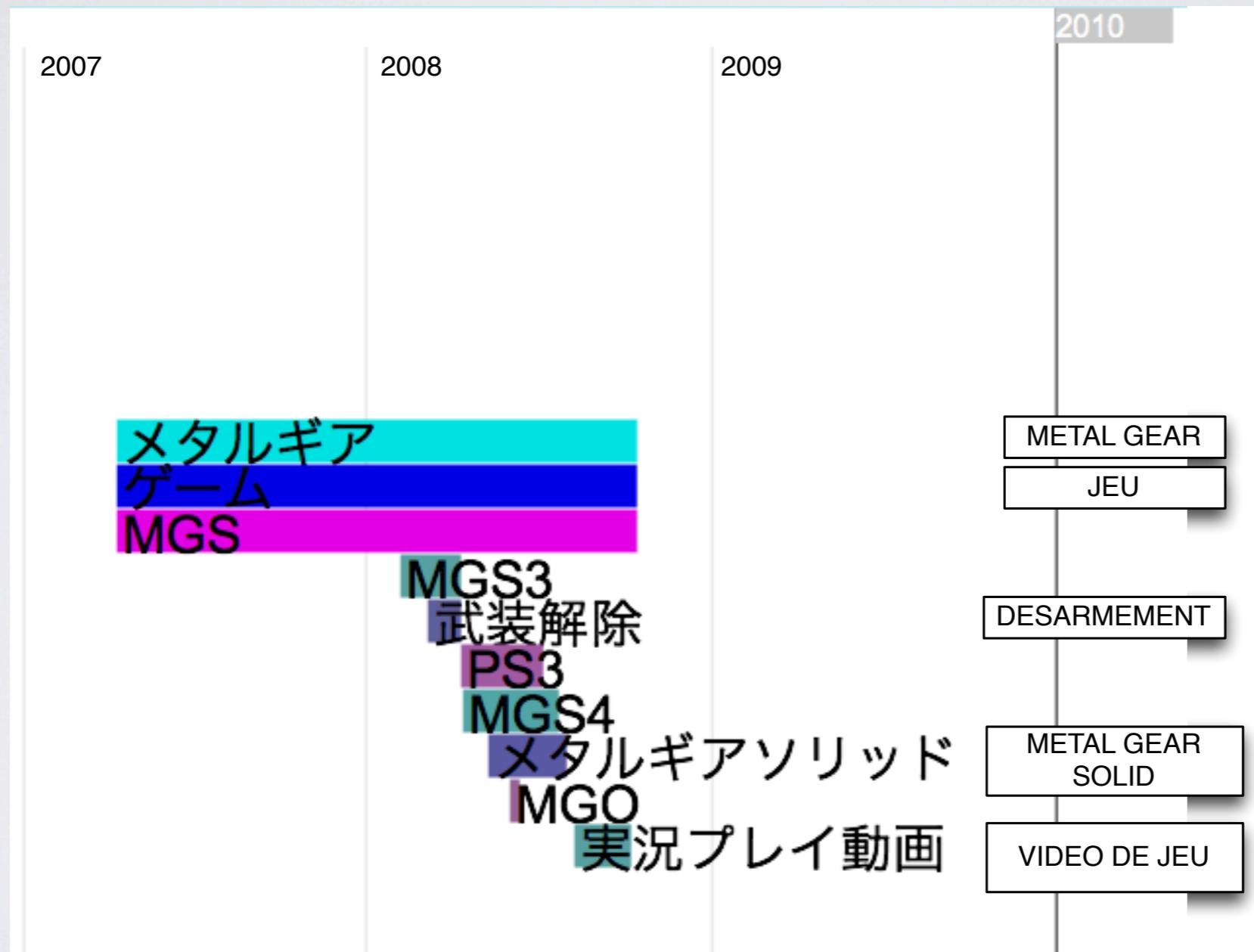


R : Républicains
D : Démocrates

Cazabet et al. 2010



Cazabet et al. 2010



Cazabet et al. 2010

Événement détecté	Date de création	Date de fin	Date de sortie	Délai de détection (j)
Devil May Cry	02/12/2007	08/08/2008	31/01/2008	-60
Fable 2	06/12/2008	03/02/2009	18/12/2008	-12
Gears Of War 2	14/10/2008	29/12/2008	07/11/2008	-24
Assassin's Creed	25/01/2008	26/02/2008	31/01/2008	-6
Soul Calibur IV	07/07/2008	15/11/2008	31/07/2008	-24
Uncharted	11/11/2007	02/01/2008	16/11/2007	-5

CONCLUSION

CONCLUSION

- Beaucoup d'applications possibles
- Encore beaucoup à faire :
 - Evaluation des méthodes
 - ▶ Comparaisons
 - ▶ Validations sur des cas connus/graphes générés
 - Uniformisation des input / output