

COMMUNAUTÉS DANS DES RÉSEAUX QUI ÉVOLUENT AU COURS DU TEMPS

Cazabet Rémy

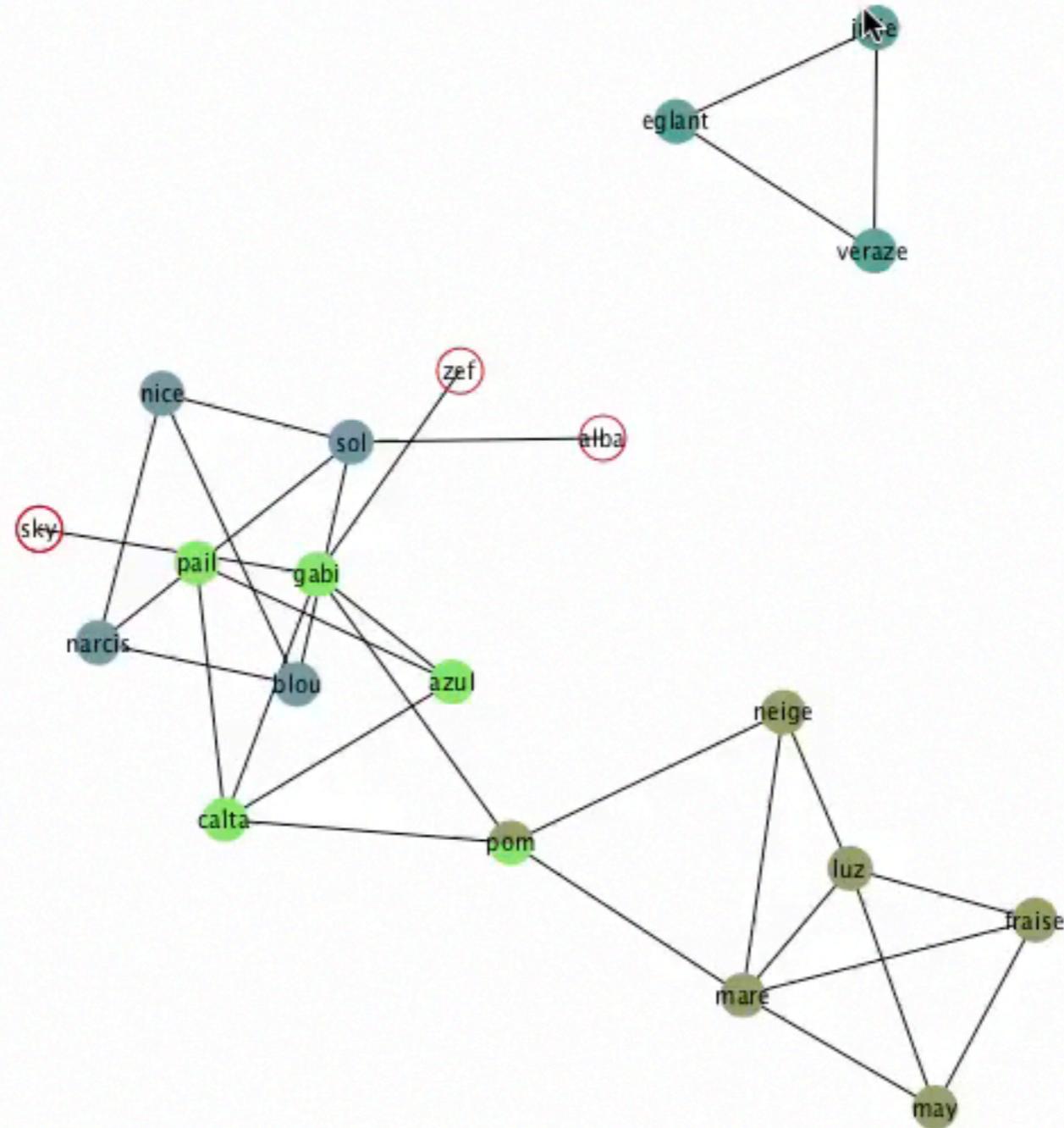
RÉSEAUX DYNAMIQUES

(RÉSEAUX TEMPORELS)
(RÉSEAUX LONGITUDINAUX)

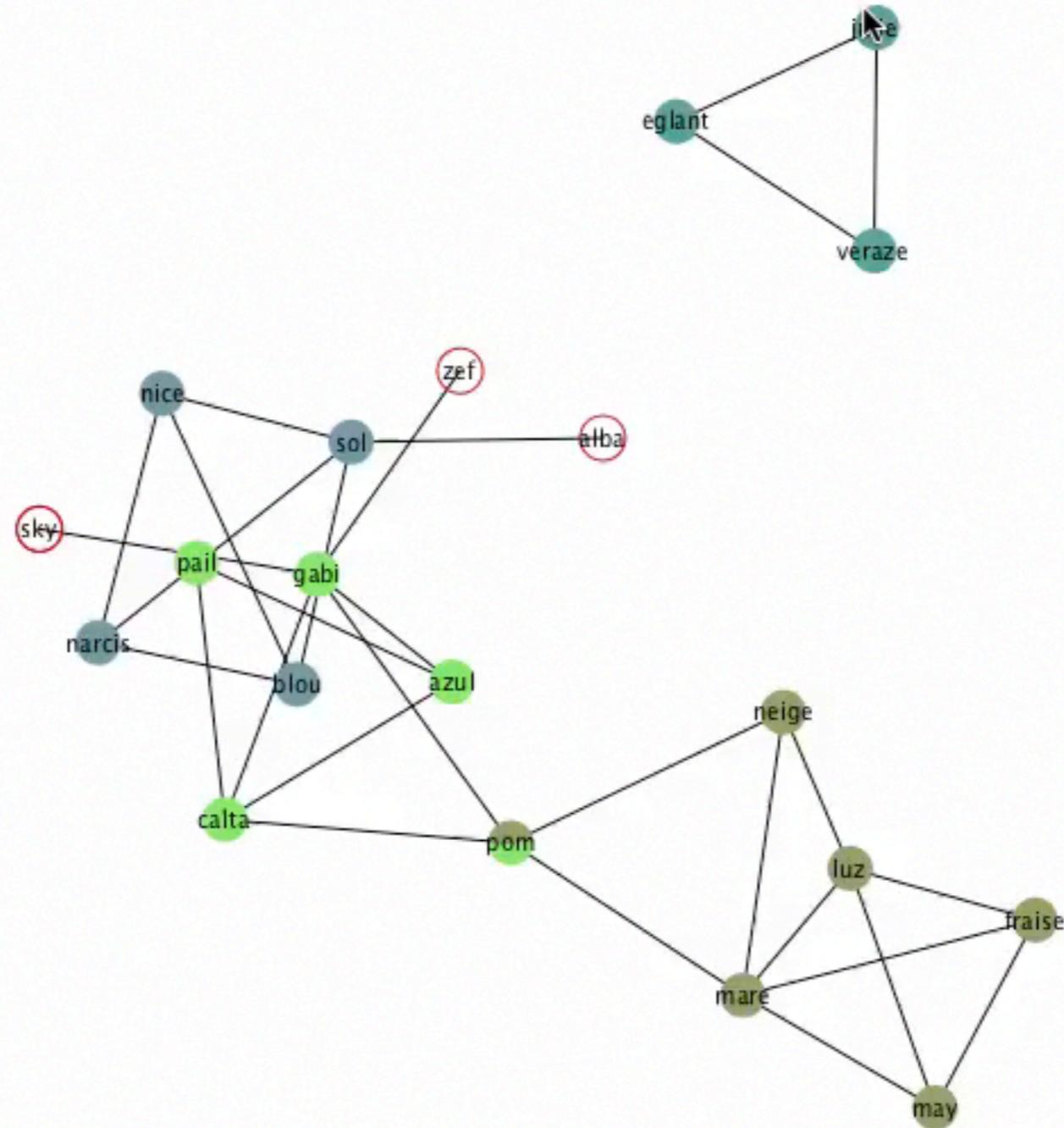
RÉSEAUX DYNAMIQUES

- Réseaux de terrain : évoluent
 - Réseau sociaux : création et disparition de relations
 - Réseaux de documents : apparition de nouveaux éléments
 - Réseaux informatiques, réseaux du Web, ...

RÉSEAUX DYNAMIQUES

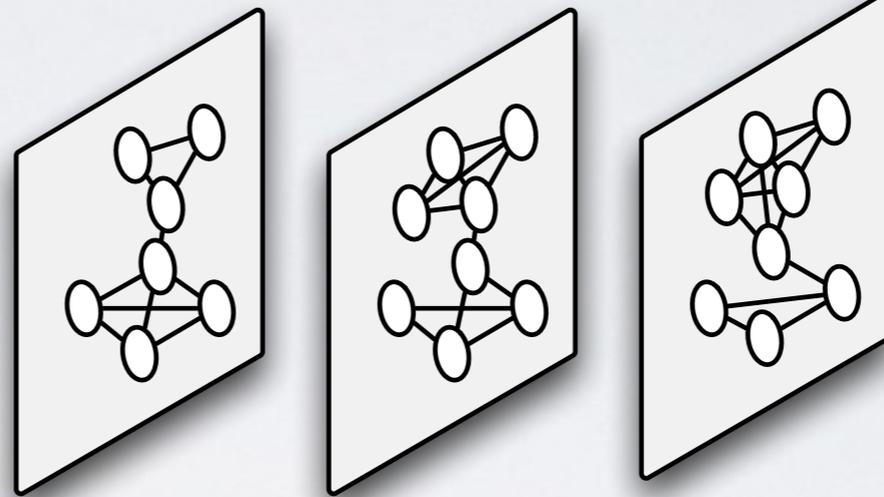


RÉSEAUX DYNAMIQUES

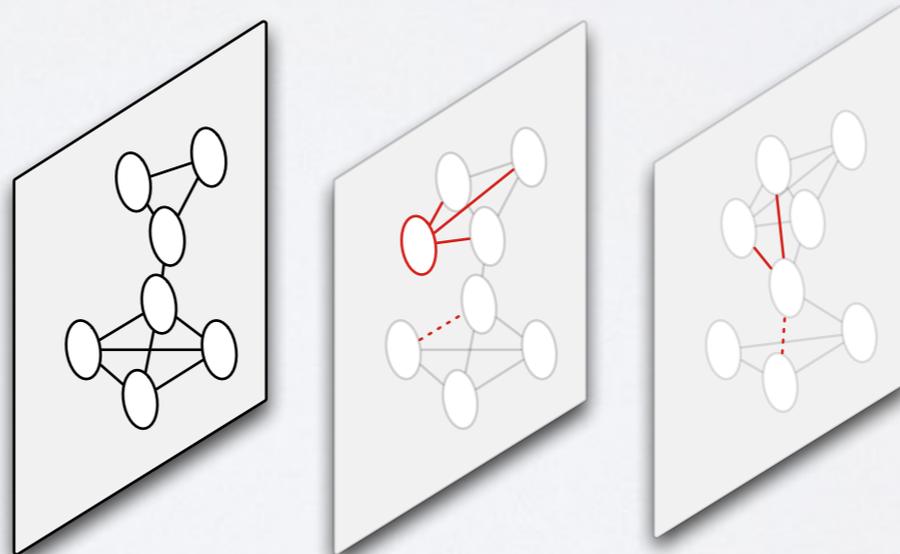


RÉSEAUX DYNAMIQUES

Séquence
d'instantanés



Réseau temporel



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

CRÉATION DU RÉSEAU TEMPOREL

- Existence des nœuds
 - de la première observation à la dernière
- Existence des liens
 - de la première à la dernière ?
 - uniquement lors d'une observation ?

CRÉATION DU RÉSEAU DYNAMIQUE

Lien existe si plus de F interactions durant une période P

$P =$ 

$F = 3$

Cas exact : données connues à l'avance



DÉTECTION DE COMMUNAUTÉS

DÉTECTION DE COMMUNAUTÉS
DANS LES
RÉSEAUX DYNAMIQUES

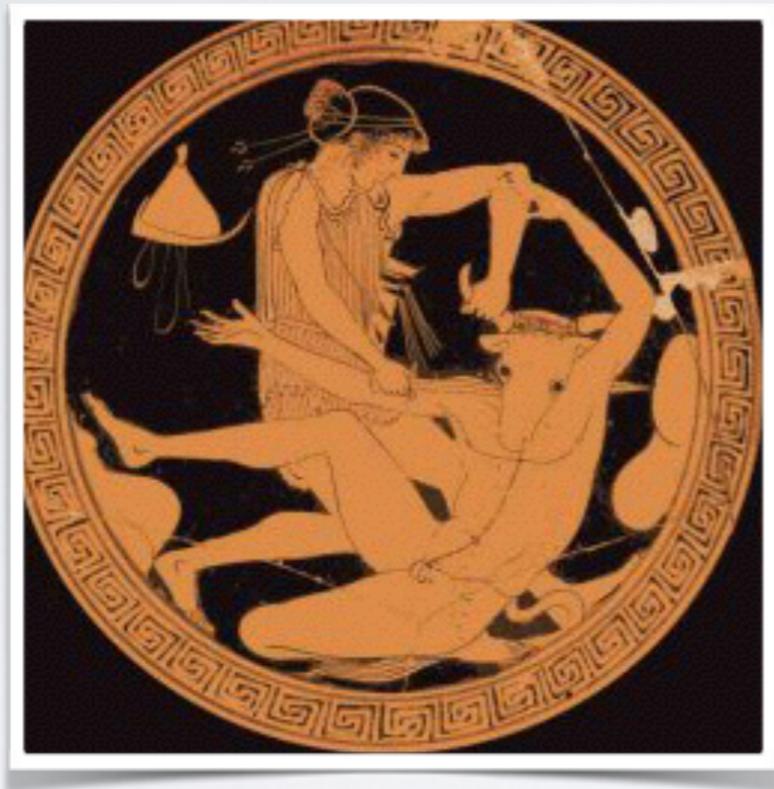
=

DÉTECTION DE COMMUNAUTÉS
DYNAMIQUES

COMMUNAUTÉS DYNAMIQUES

- Communautés à un instant t = communautés statiques
- Évolution dans le temps de chaque communauté

LE BATEAU DE THÉSÉE



Plutarque : Paradoxe du bateau de Thésée

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

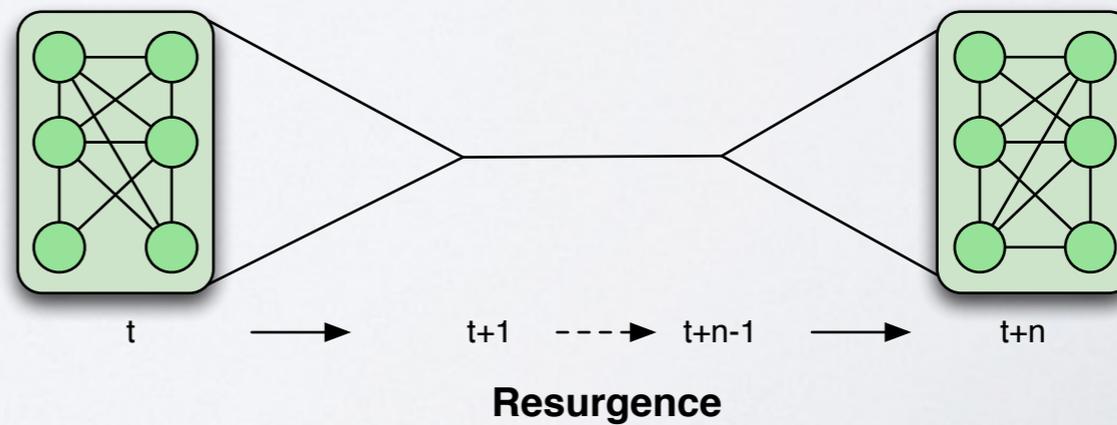
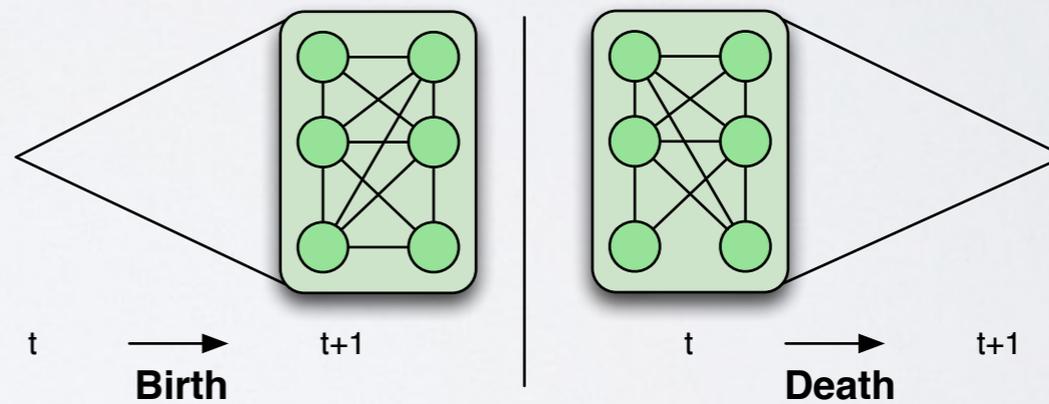
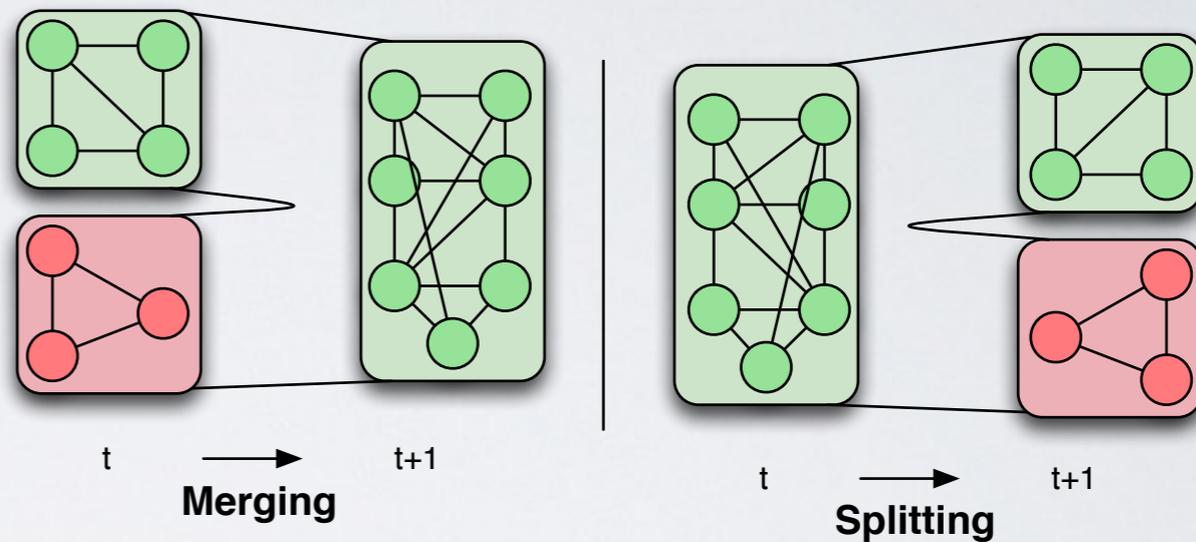
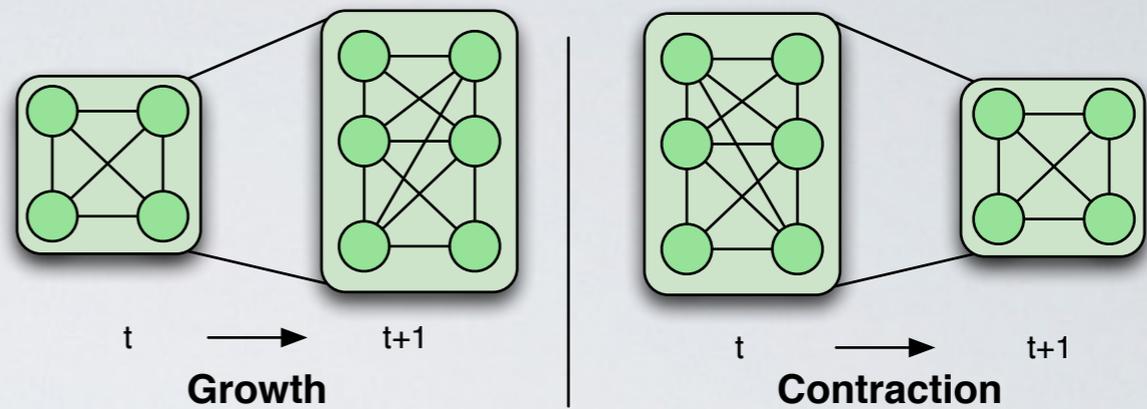
{Louise, Steevy, Lorie, Edouard}

- ▶ 2006 : {Lorie, Steevy} {Louise, Edouard}

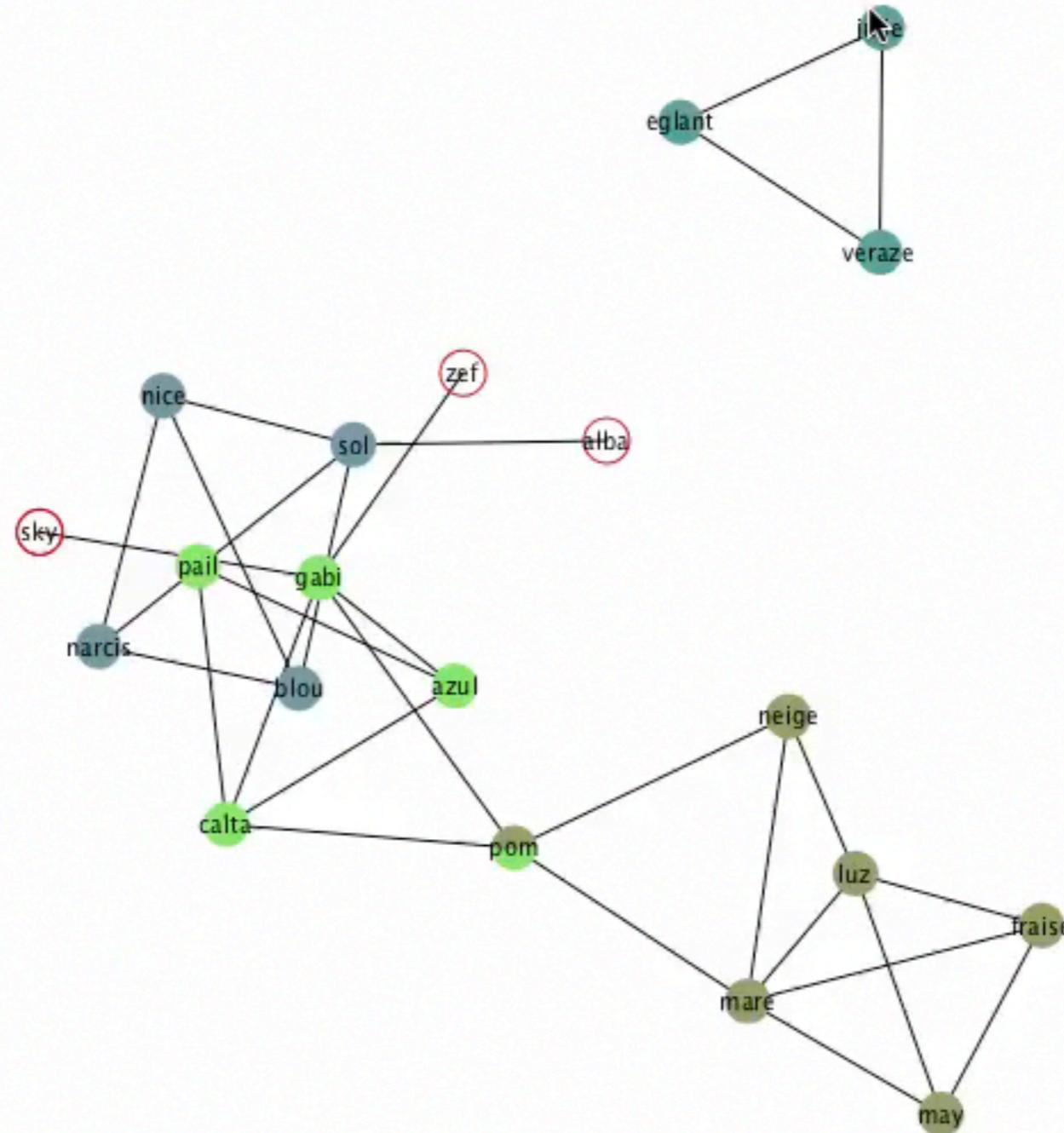
- ▶ 2009 : {-} {Louise, Edouard}

- ▶ 2012 : {{Louise, Edouard}, {Albert, Isaac, Marie, Galilei, James, Blaise}}

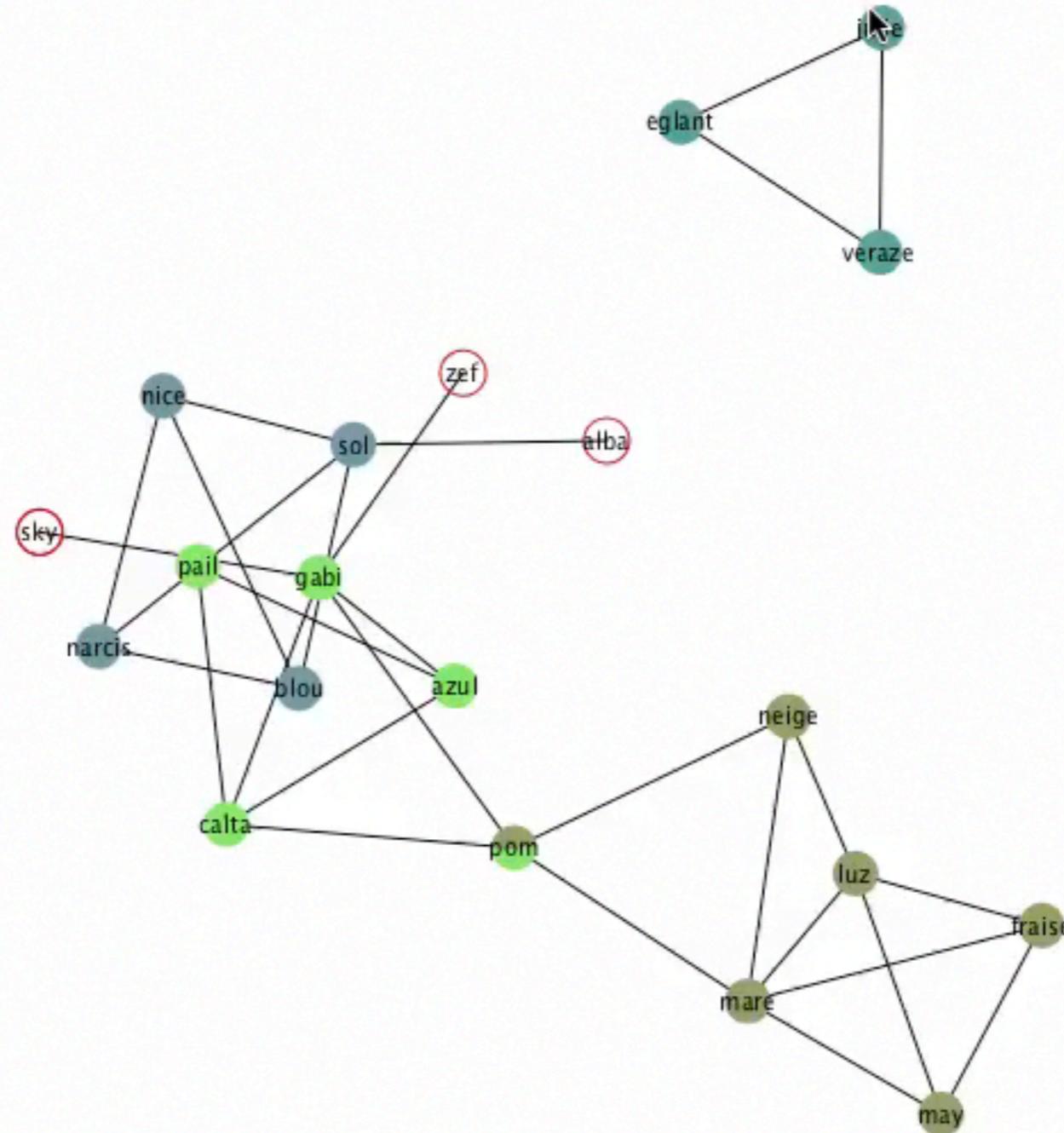
Opérations de communautés



COMMUNAUTÉS DYNAMIQUES



COMMUNAUTÉS DYNAMIQUES



COMMUNAUTÉS DYNAMIQUES

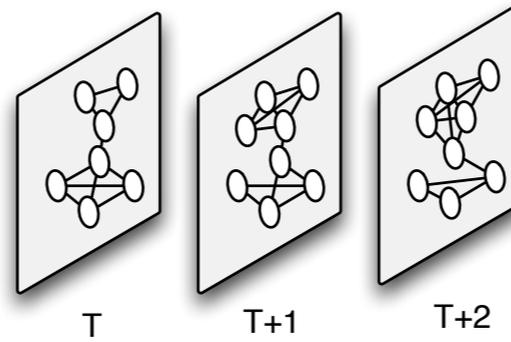
- Plus de 40 méthodes proposées
 - ▶ Certaines avec recouvrement
 - ▶ Certaines avec opérations de communautés

COMMUNAUTÉS DYNAMIQUES

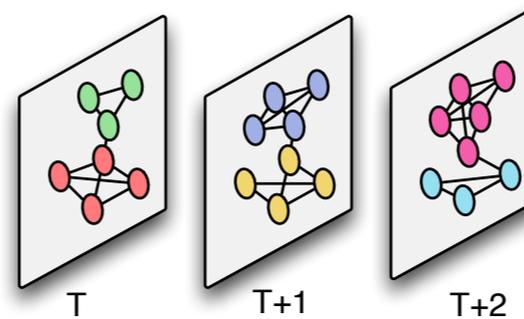
- Différentes approches :
 - Détections statiques indépendantes + assortiment
 - Détections statiques informées
 - Détections globales
 - Détections sur réseaux temporels

Détections statiques indépendantes + matching

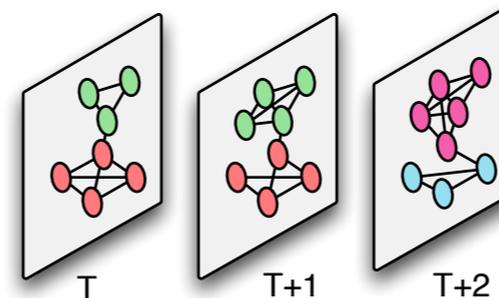
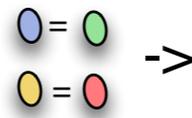
Réseau dynamique:
plusieurs instantanés



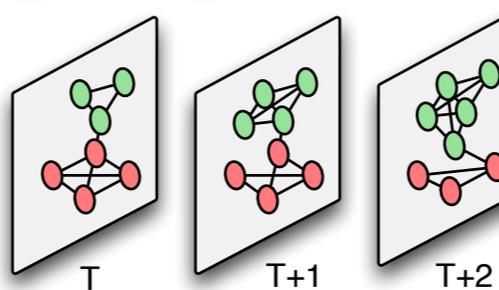
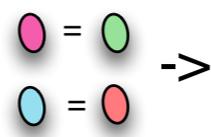
Détection de
communautés
indépendante
sur chaque
instantané



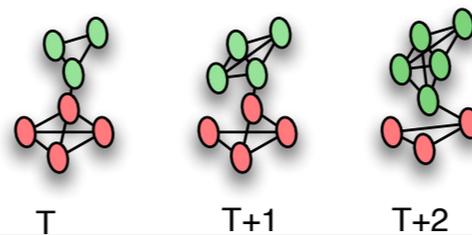
Assortir
communautés
de T et T+1



Assortir
communautés
de T+1 et T+2

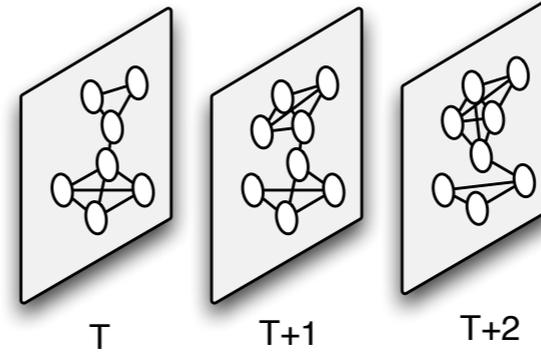


Résultat final

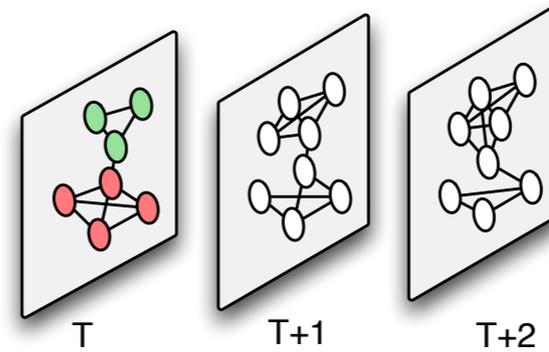


Détections statiques informées

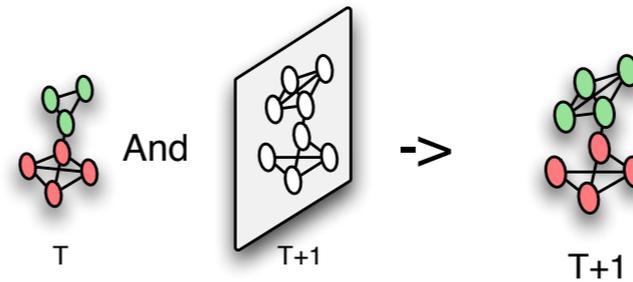
Evolving network:
several snapshots



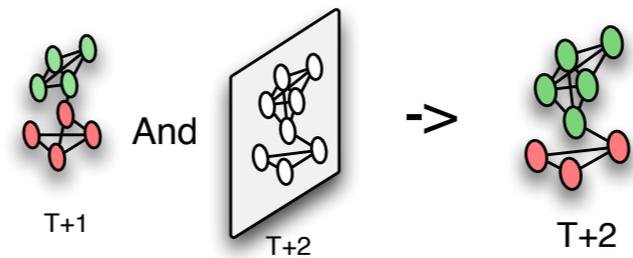
Community
detection in the
first snapshot



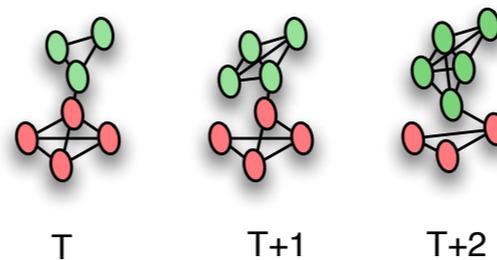
Detection of
communities at T+1
using snapshot T+1
and communities of T



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

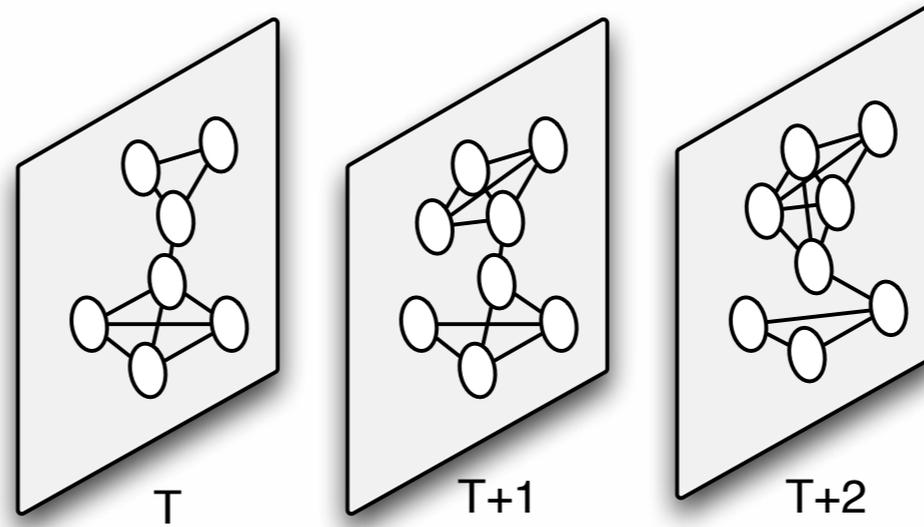


Final result

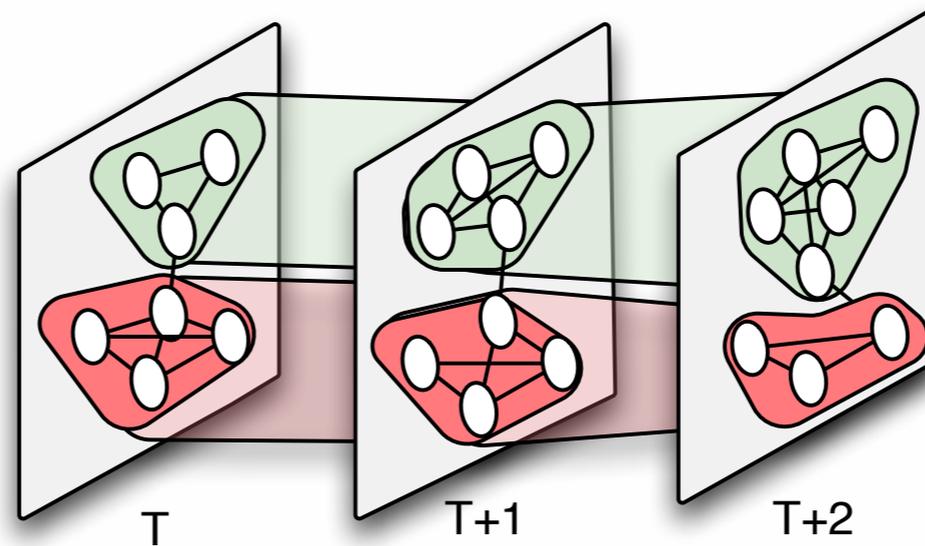


Détections globales

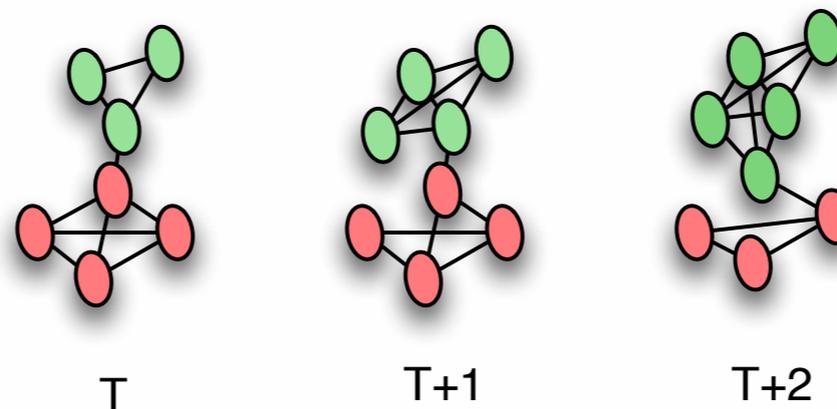
Réseau dynamique:
plusieurs instantanés



Détection de
communautés
pertinentes sur
plusieurs
instantanés

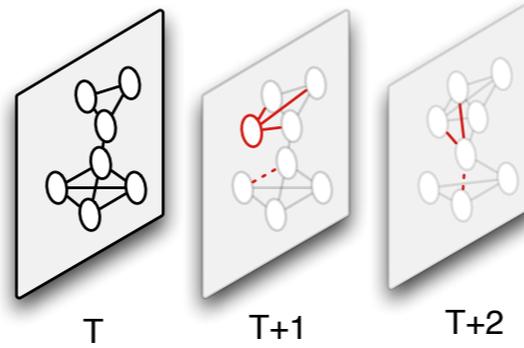


Résultat Final

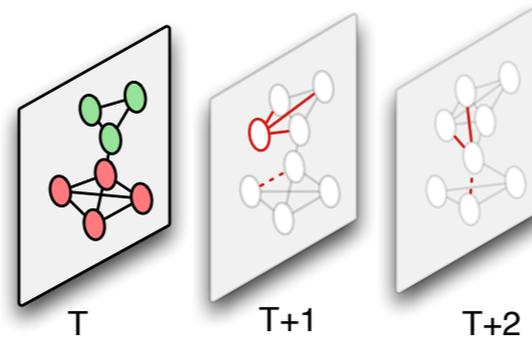


Détections sur réseaux temporels

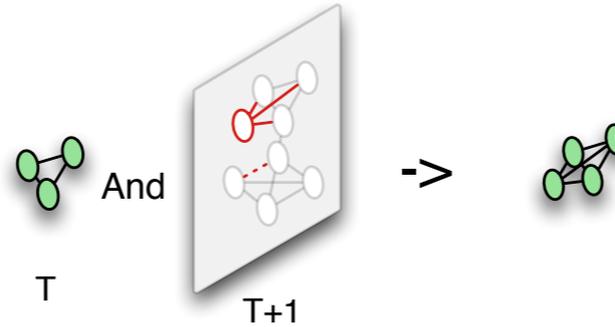
Réseau temporel : un réseau initial (facultatif) et une séquence de modifications (trait plein = ajout, pointillés = disparition)



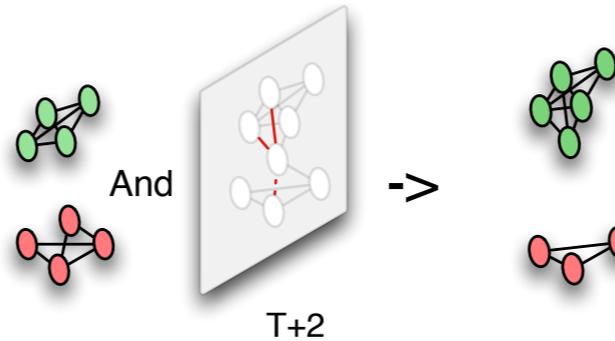
Obtenir les communautés sur le premier instantané (facultatif)



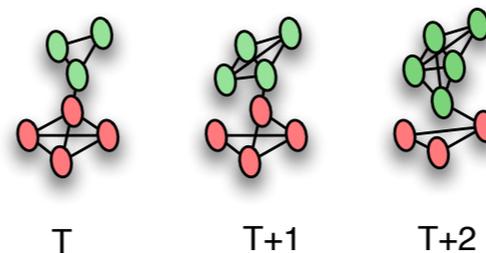
Mise à jour des communautés de T en fonction des modifications à T+1



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



Résultat final

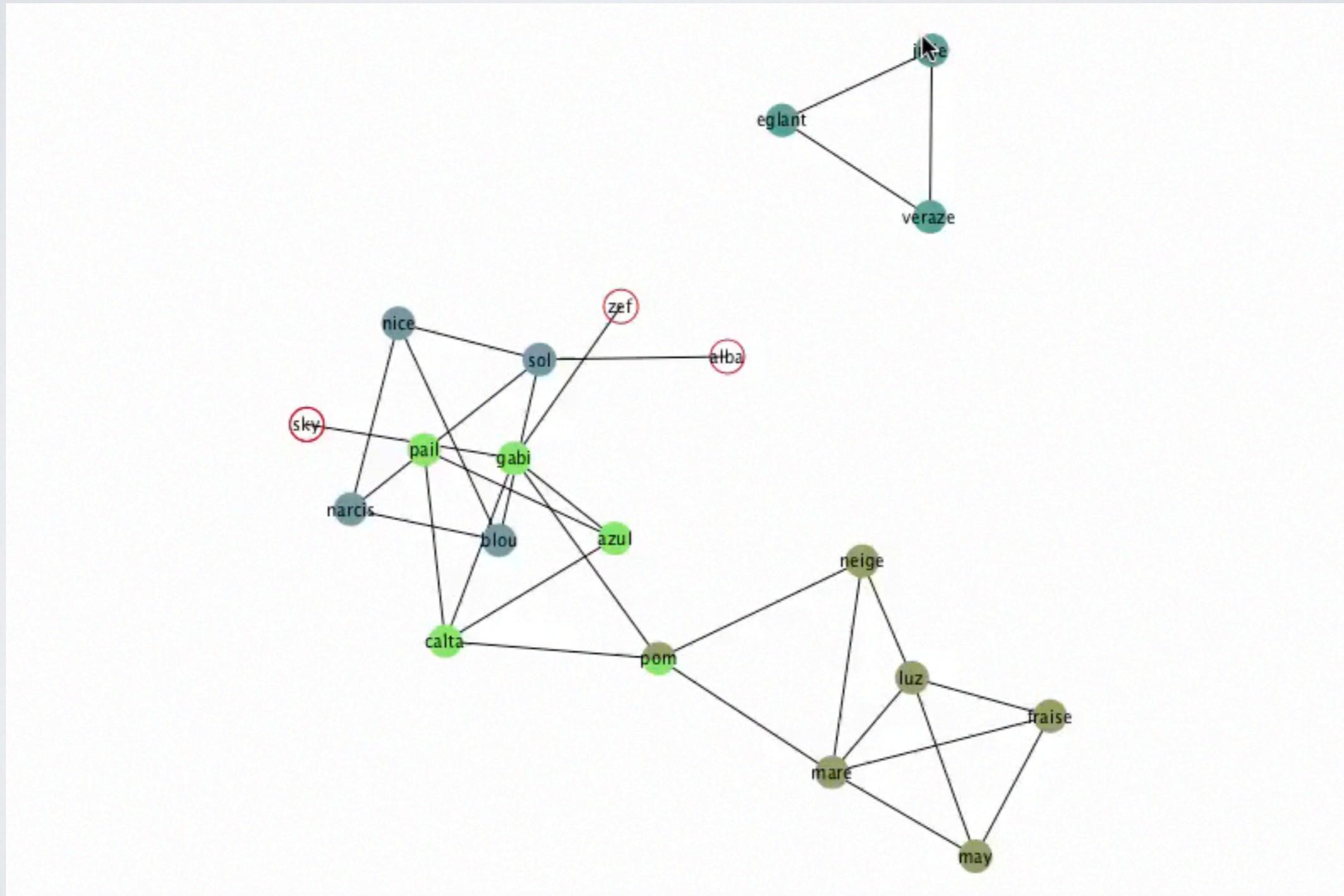


VISUALISATION DE
COMMUNAUTÉS
DYNAMIQUES

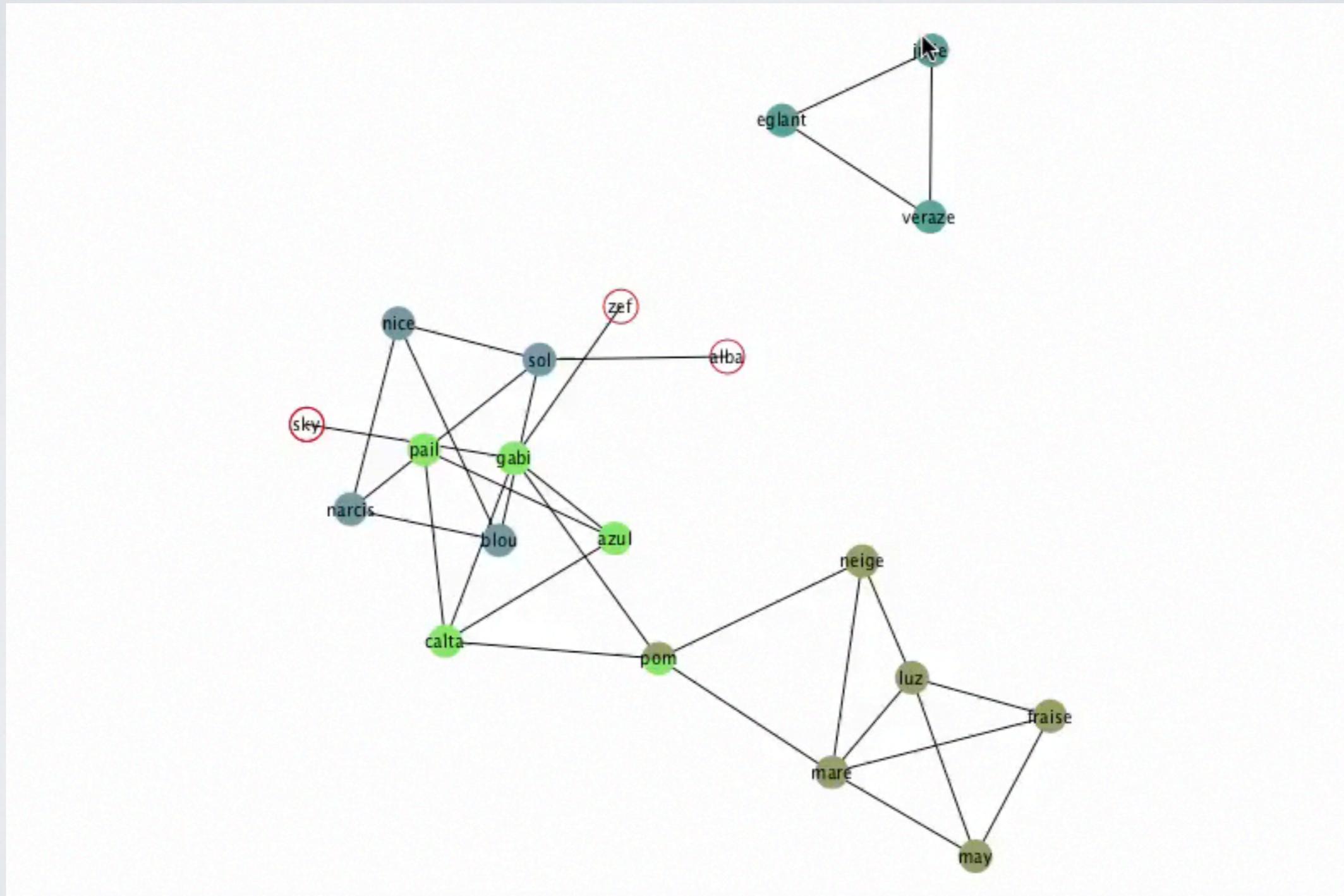
-

APPLICATIONS

VISUALISATION DYNAMIQUE



VISUALISATION DYNAMIQUE



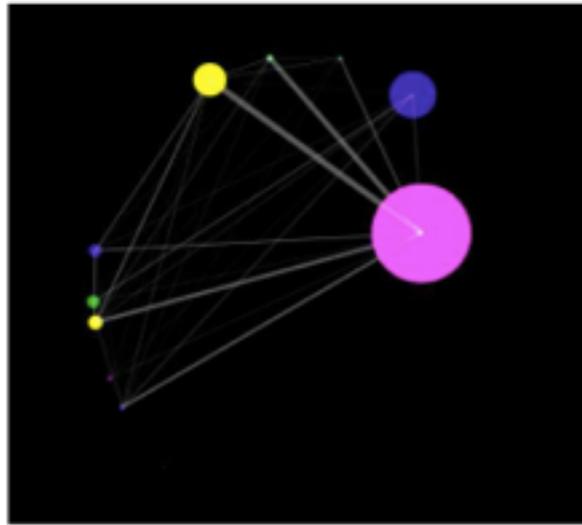
VISUALISATION DYNAMIQUE

G Gephi

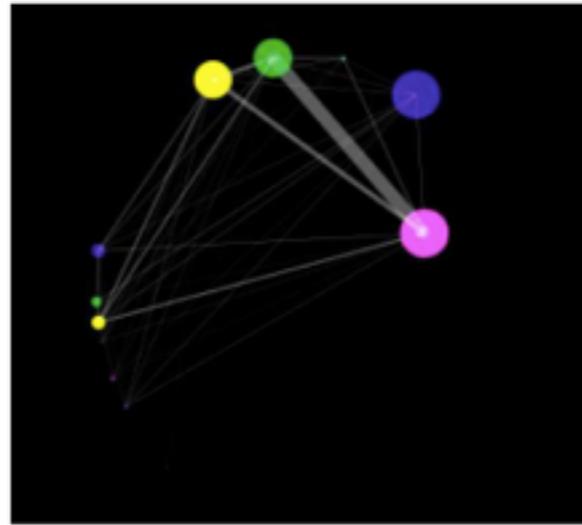
...

Pas de formats standards

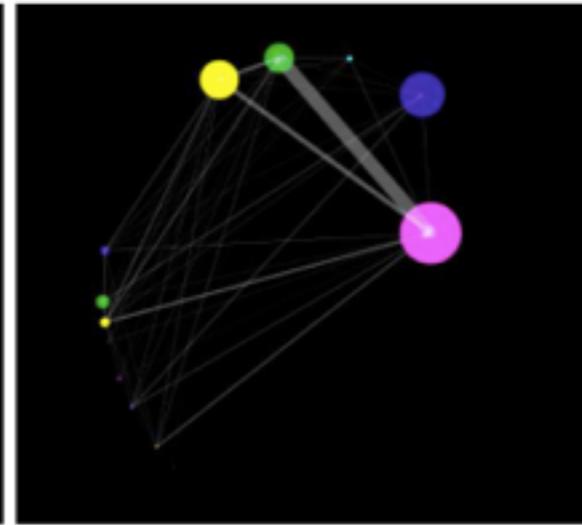
Beiro et al. 2010



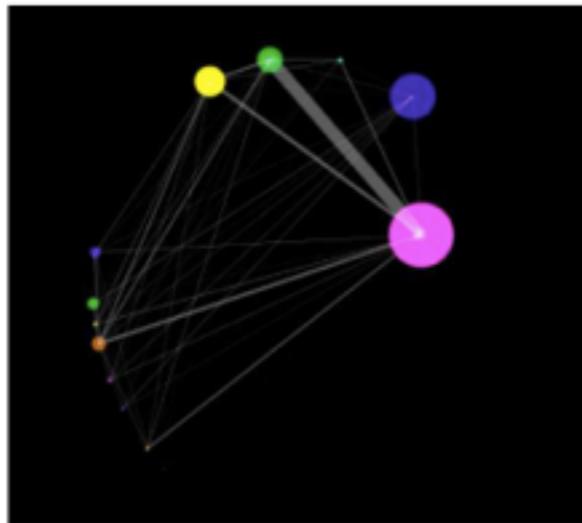
(a)



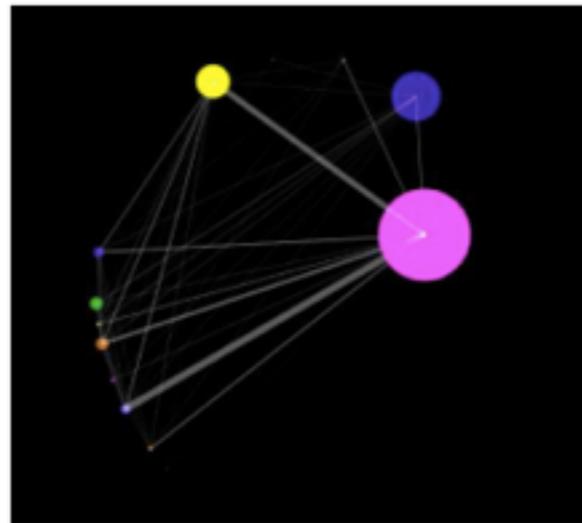
(b)



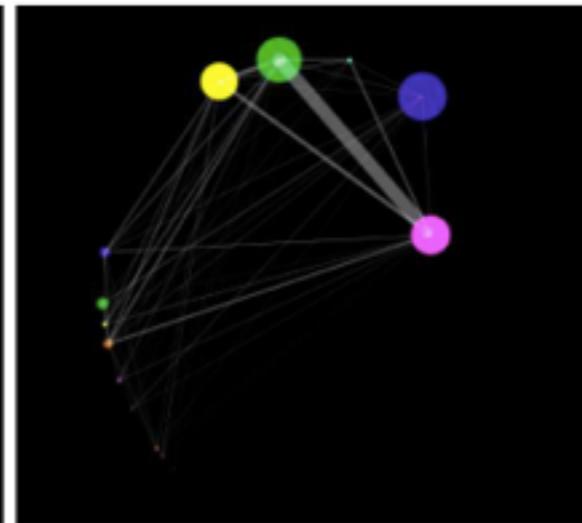
(c)



(d)

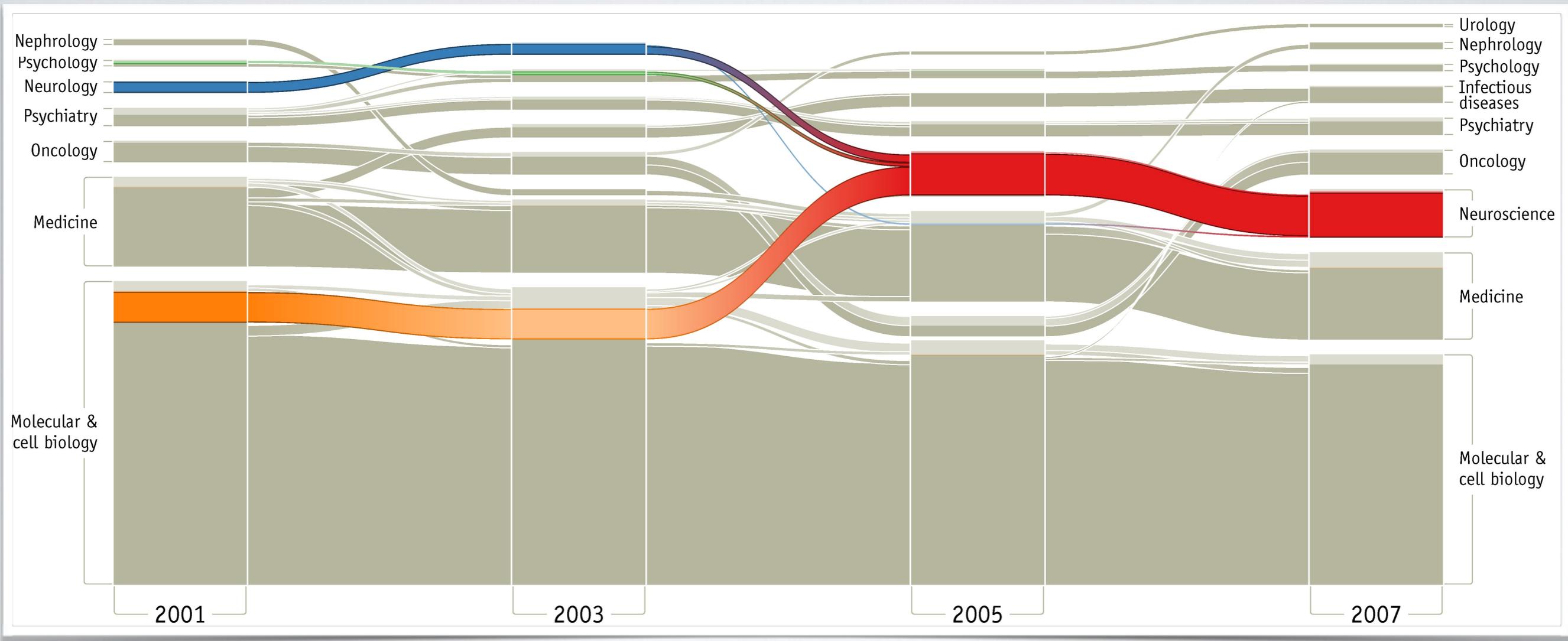


(e)

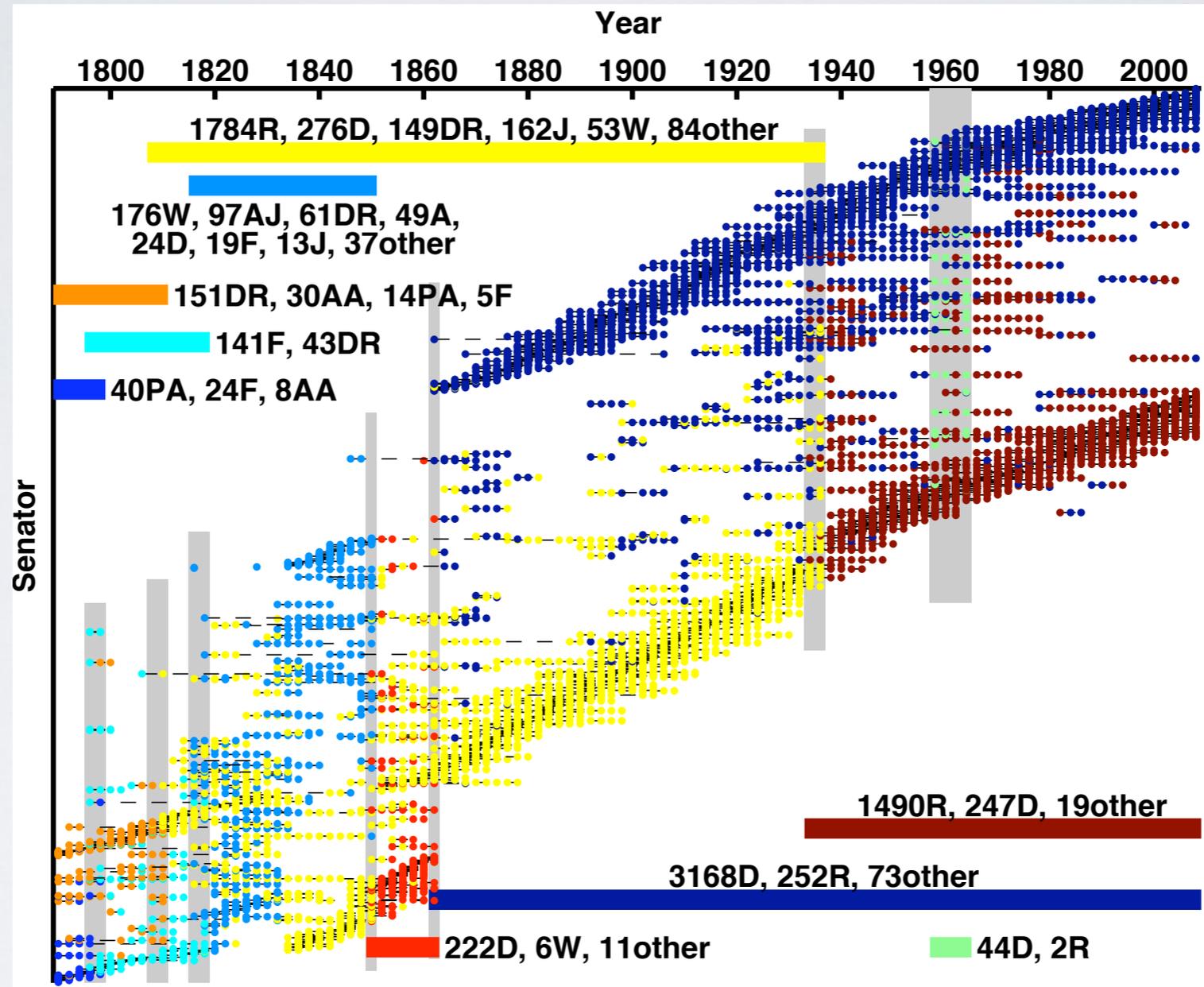


(f)

Rosvall et al. 2010 (diagramme alluvial)



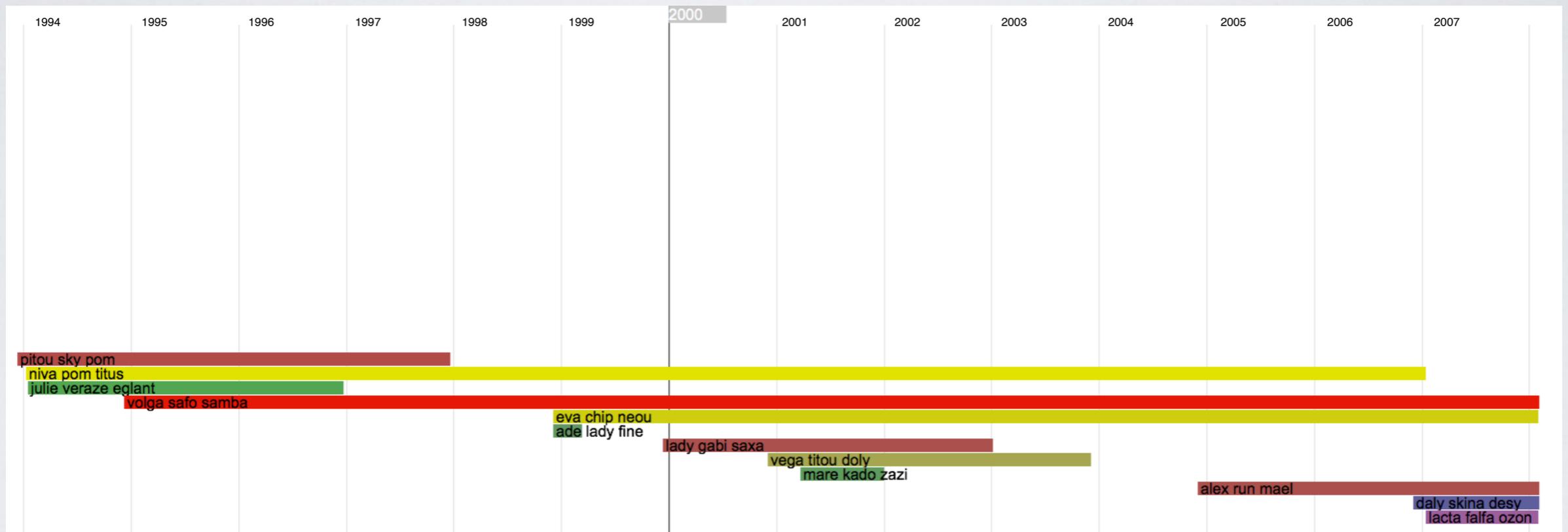
Mucha et al. 2010



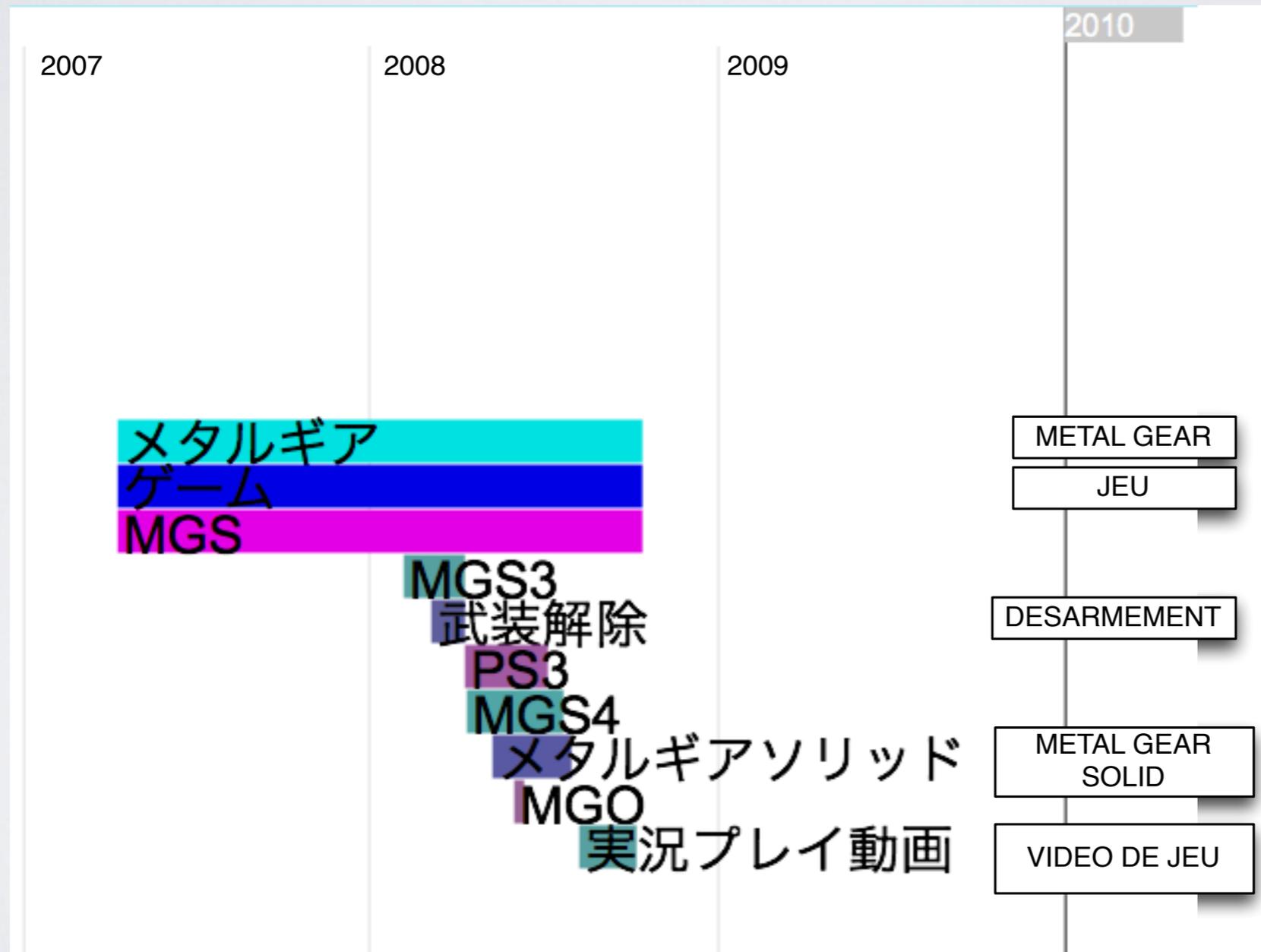
R : Républicains

D : Démocrates

Cazabet et al. 2010



Cazabet et al. 2010



EXEMPLE PRATIQUE :
POPULATION D'ISARDS

DONNÉES

- Co-observations d'individus
 - 1 fois par semaine
 - Période de 20 ans



CRÉATION DU RÉSEAU DYNAMIQUE

- Existence des nœuds
 - de la première observation à la dernière
- Existence des liens
 - de la première à la dernière ?
 - uniquement lors d'une observation ?

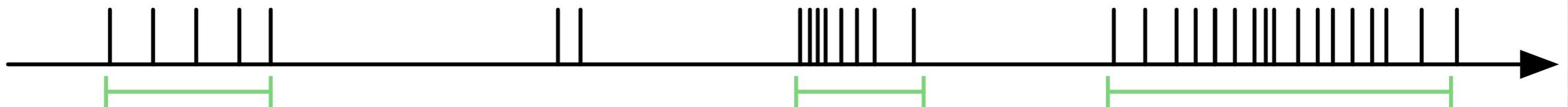
CRÉATION DU RÉSEAU DYNAMIQUE

Lien existe si plus de F interactions durant une période P

$P =$ 

$F = 3$

Cas exact : données connues à l'avance



DÉTECTION DE COMMUNAUTÉS

- Application d'un algorithme
- Obtention de 2 fichiers :
 - résultat détaillé
 - résumé exploitable

INTERPRETATION

- Visualisation
- Explorations des données
 - Durées des communautés ?
 - Intégration des nouveaux individus ?
 - Changements de communautés ?
 - ...

CONCLUSION

CONCLUSION

- Beaucoup d'applications possibles
- Aspects pratiques pas tout à fait mature
 - Définition de formats standards
 - Logiciels de manipulation, visualisation