Enjeux et défis de la numérisation de nos déplacements

The Ludwigskirche in Munich, Kandinsky, 1908

Matthieu Roy[1], *Gilles Tredan*[1]
(and many collaborators)
1– Laboratory for Analysis and Architecture of Systems

Support historique de l'informatique

- Des ordinateurs fixes
- Des connectivités stables
- Une disponibilité forte

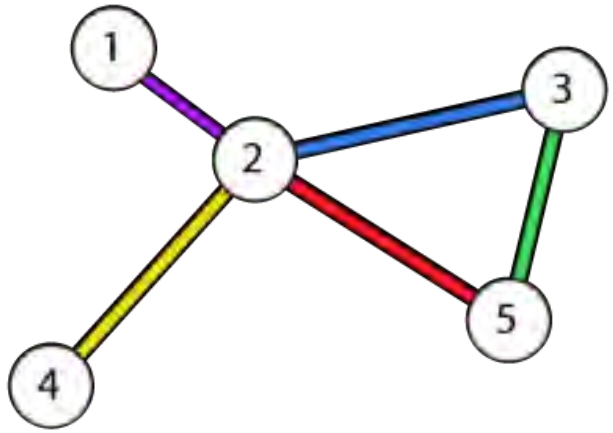
Maintenant

- Humains=nouveau support de l'informatique.
- Topologie de communication évoluant constamment.
- Induite par les déplacements/interactions entre utilisateurs

https://www.flickr.com/photos/guinicholas/

Contexte: Approches actuelles de la mobilité

Comment capturer l'impact de la mobilité en informatique ?



Approches classiques:

- Théorie des graphes
  - Domaine mature
  - Approche majoritairement statique

- Modèles de mobilité
  - Pratique pour la simulation
  - Représentativité questionnable

Le projet Souk

Souk = **S**ocial **O**bservation of h**U**man **K**inetics

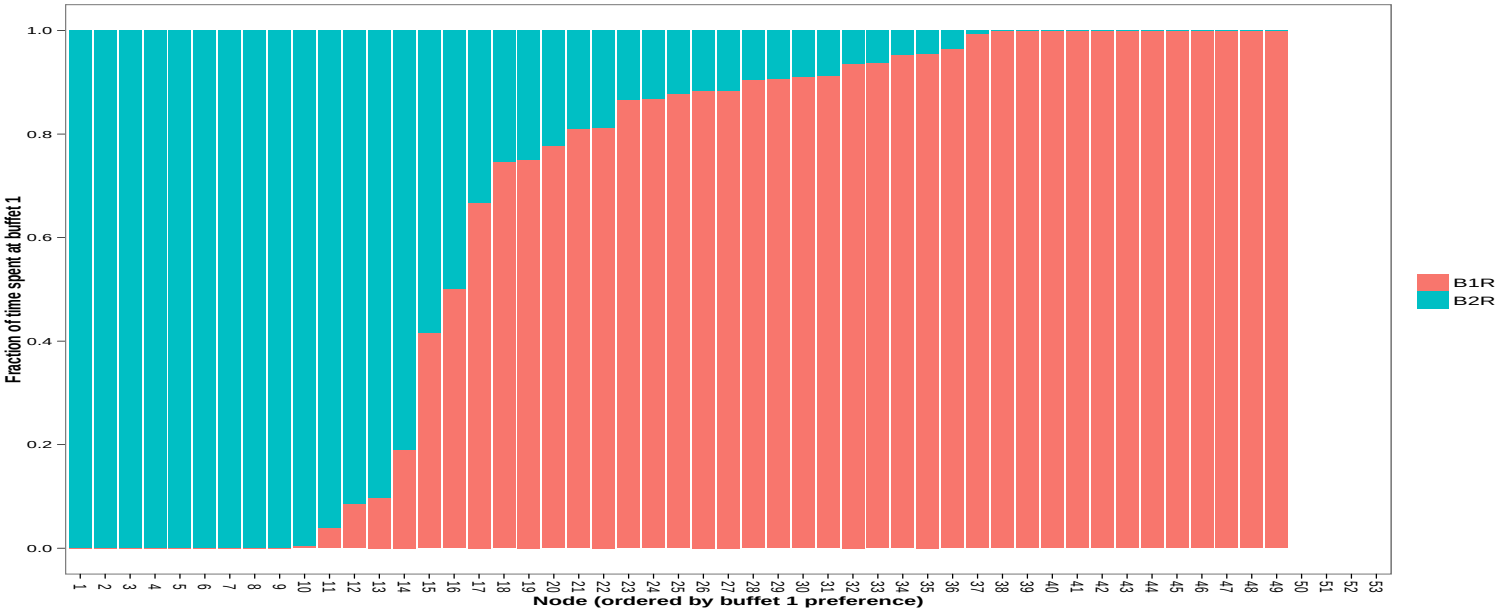
- Une solution pour capturer la micro-mobilité et les interactions des foules
- UWB: 15*cm* de précision, 1*Hz* pour 64 participants
- 300.000 points/heure

Un tag

Maroc: Marrakech city, Jemaa-el-Fna market. Luc Viatour / www.Lucnix.be

Adream

Les bars


Fraction of time spent at buffet 1
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53
Node (ordered by buffet 1 preference)
B1R
B2R

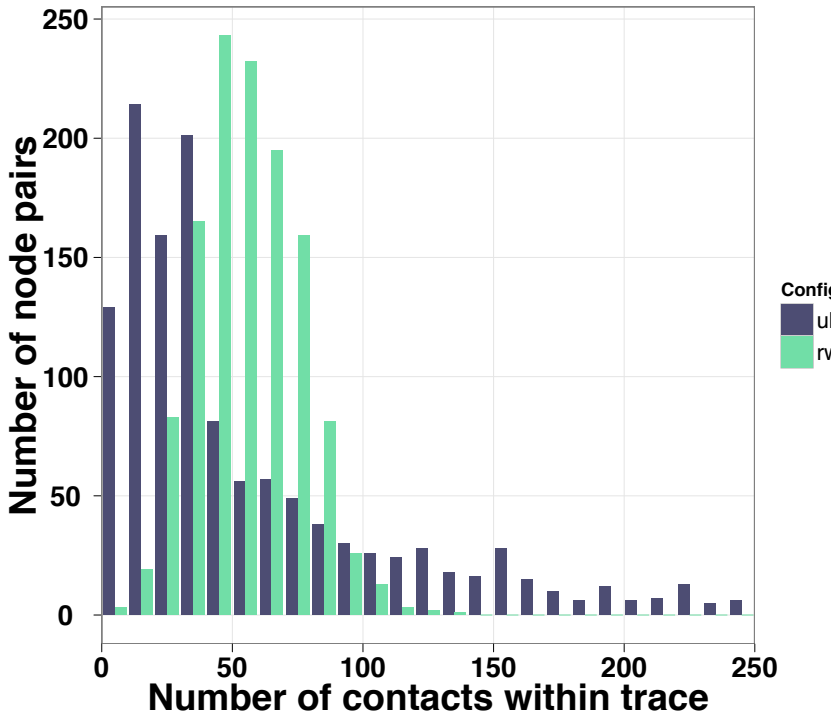
La mobilité humaine est-elle aléatoire ?

- Modèle de mobilité le plus courant: RWP
- Paramétré au plus proche des données: vitesse au sol, longueur de pause

Grosse différence !

- Aléatoire: Plein d'amis moyens
- Réalité: Peu de très bons amis
  - Entouré par nos proches
- Bonne nouvelle: Anticipation !
- Mauvaise nouvelle: Extrapolation !

⇒besoin de modèles plus précis



Intrications de la connectivité et du comportement social

Déplacements $\leftrightarrow^{?}$ Interactions

- Connectivité induite par les déplacements des utilisateurs
- Modéliser les déplacements $\Rightarrow$modéliser les Interactions

Applications

- Systèmes distribués mobiles
- Protection de la vie privée
- Un capteur de la société

Problème:

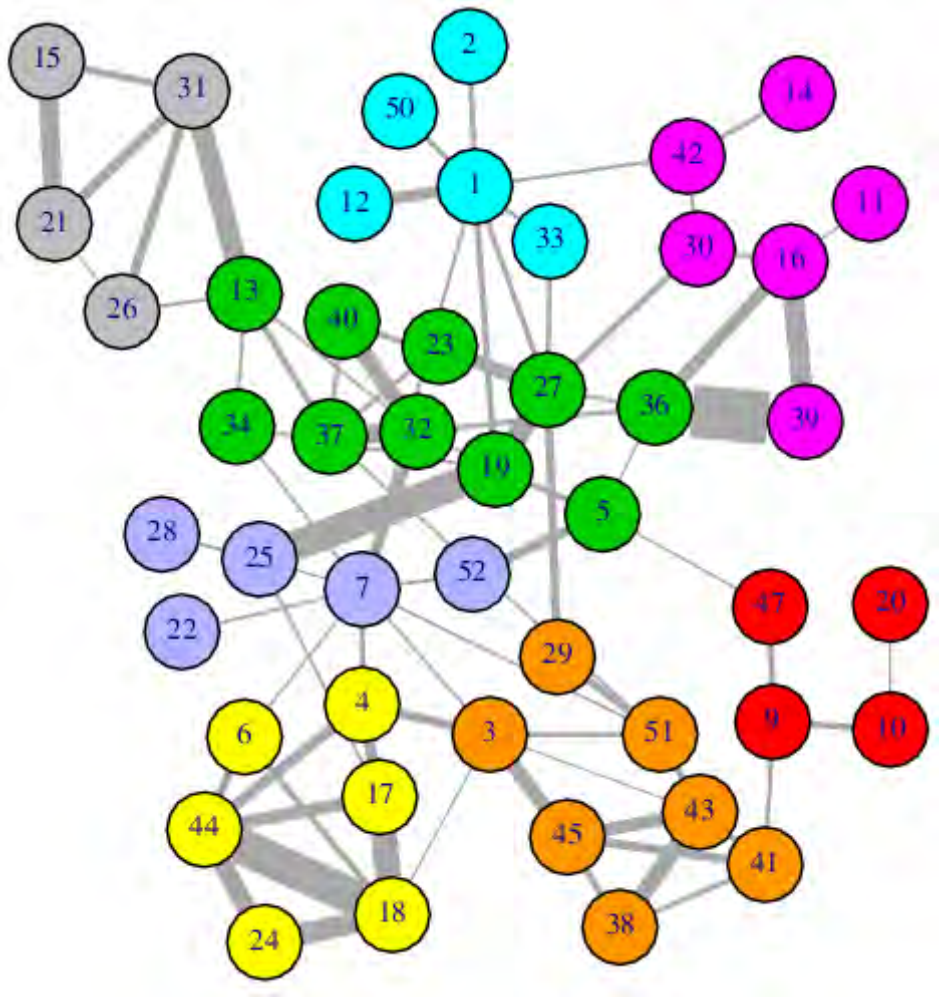
Qu'est-ce qu'une interaction ?

The Last Supper, Bartoli Solario-1520

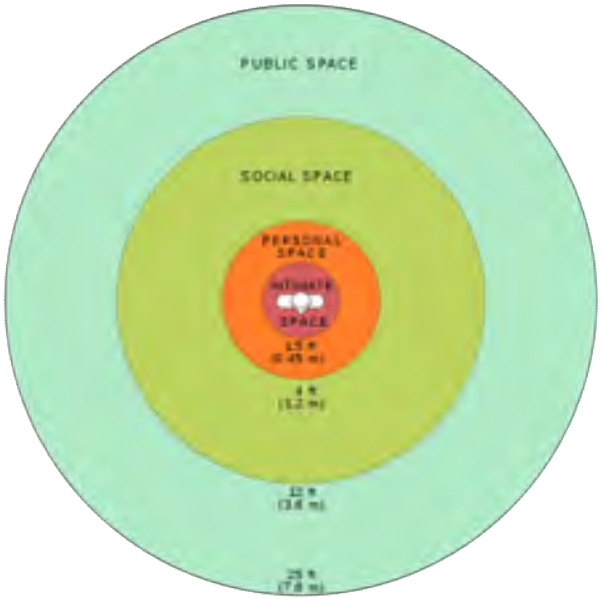
Un réseau soumis aux dynamiques sociales ?

- Les humains ne sont pas aléatoires (!)
- Les humains sont sociaux

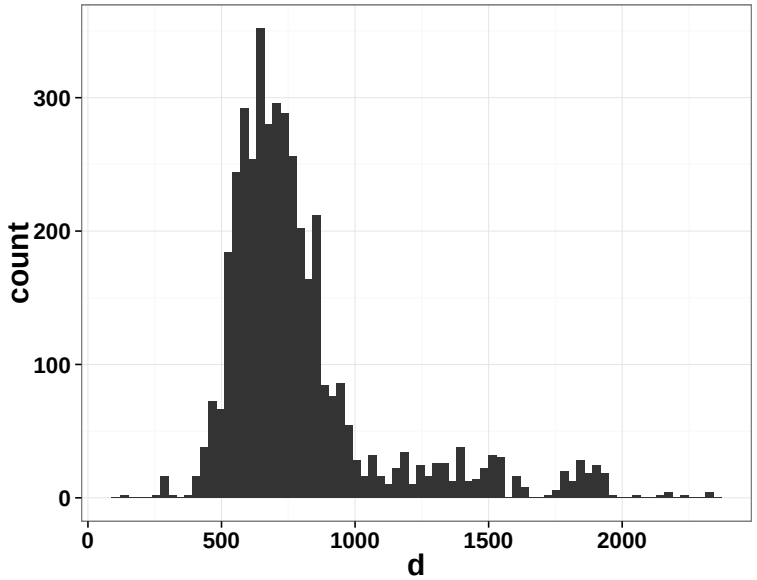
- Besoin de modéliser ces comportements
  - Pour le réalisme des modèles
  - Pour trouver des invariants
- Comprendre les dangers du traitement de nos déplacements !

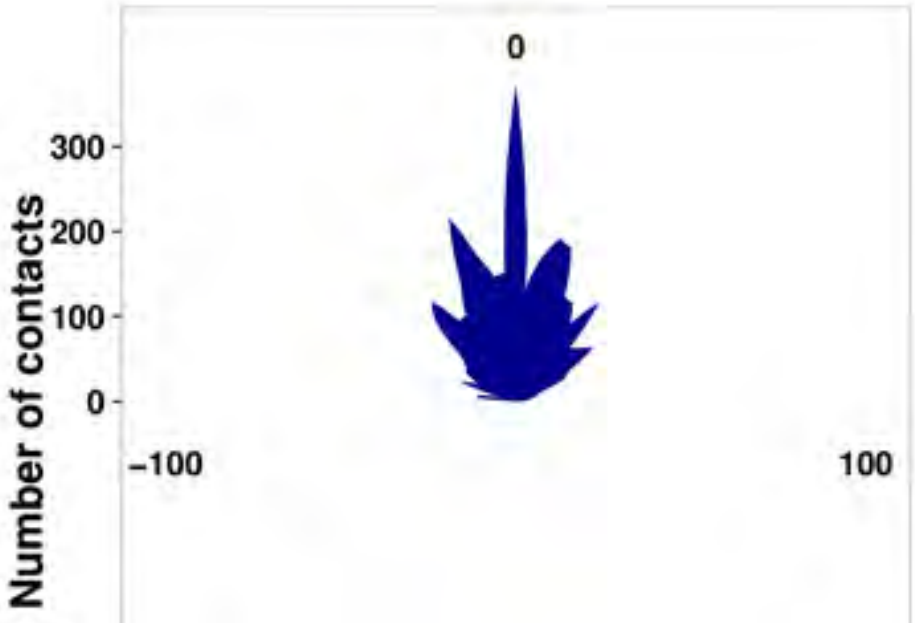


Modalités spatiales des interactions sociales

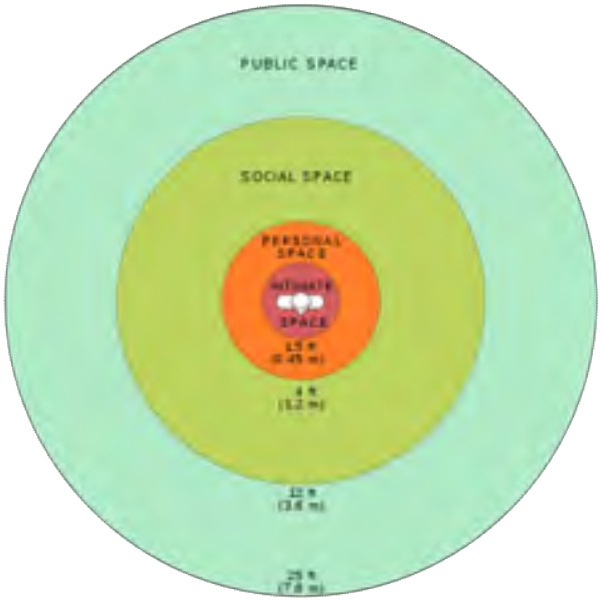


Personnal Reaction Bubbles –Hall 1966

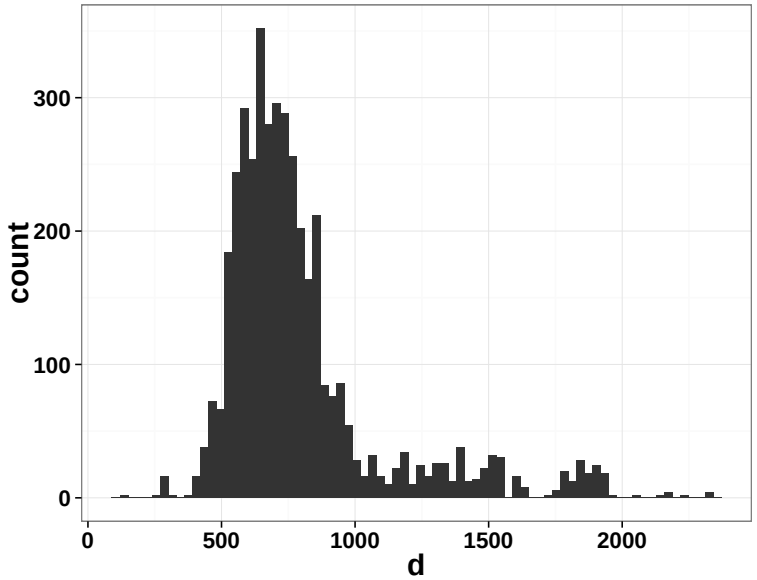


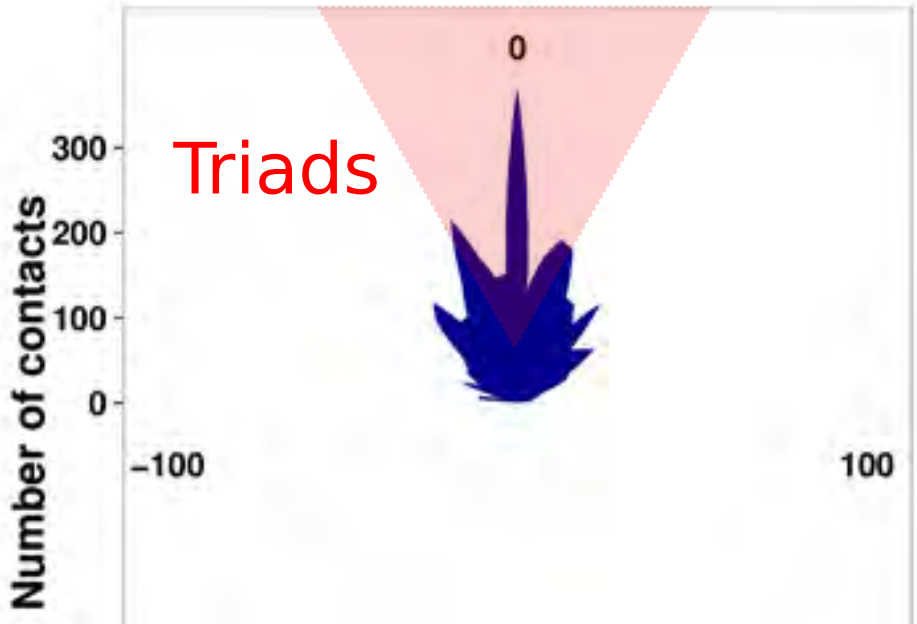


Modalités spatiales des interactions sociales

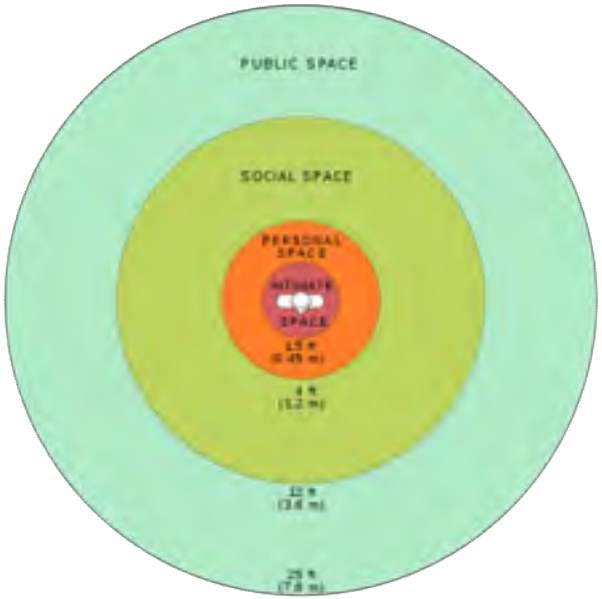


Personnal Reaction Bubbles –Hall 1966

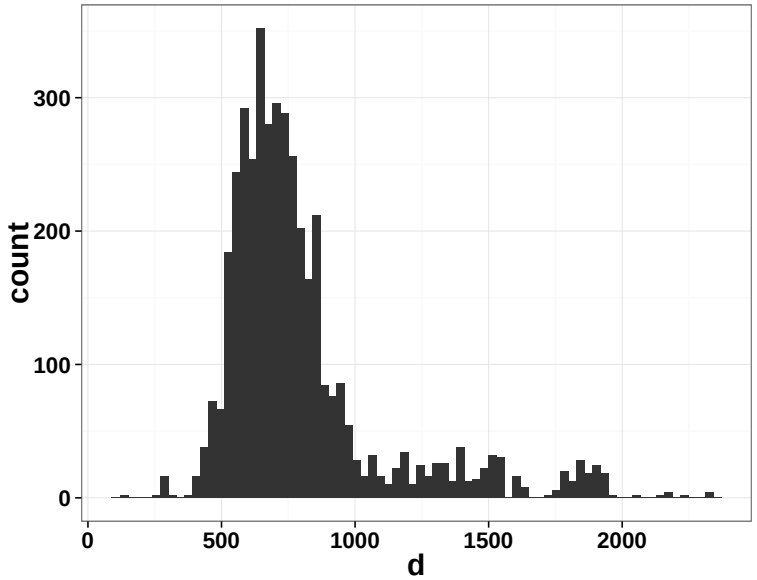


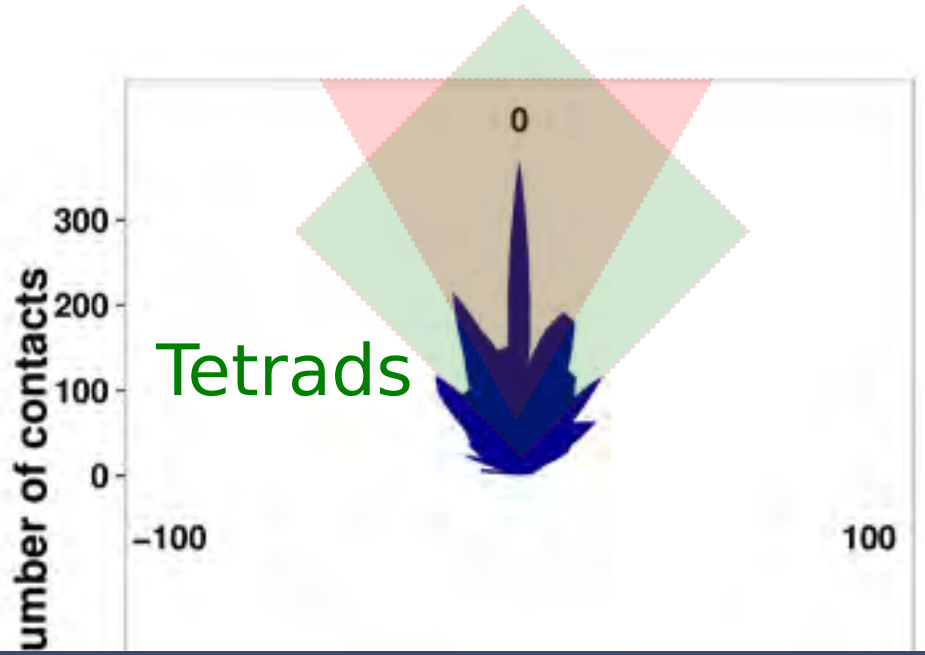


Modalités spatiales des interactions sociales



Personnal Reaction Bubbles –Hall 1966

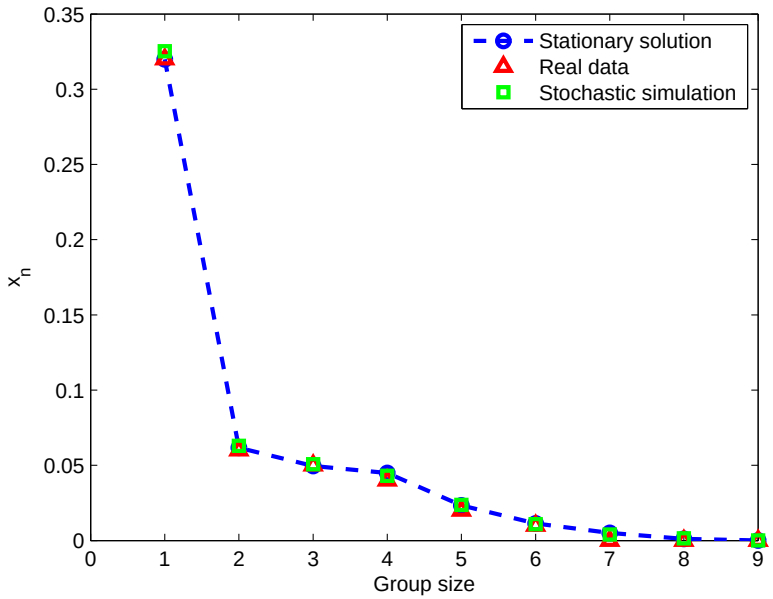




Dynamiques d'aggregation

- Groupes = Molécules
- Modèle simple: réactions concurrentes de même affinité

$$X_1 + X_n \leftrightarrow X_{n+1}$$



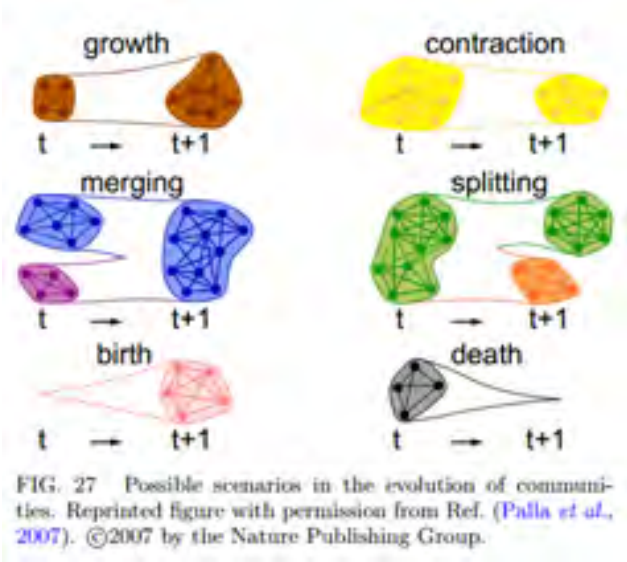


FIG. 27 Possible scenarios in the evolution of communities. Reprinted figure with permission from Ref. (Palla *et al.*, 2007). ©2007 by the Nature Publishing Group.

Vie et mort des groupes

- Modèle simple, **très peu** de paramètres
- Théorie mature, solution analytique
- Chimie

avec L. Donati, C. Sire and G. Theraulaz.

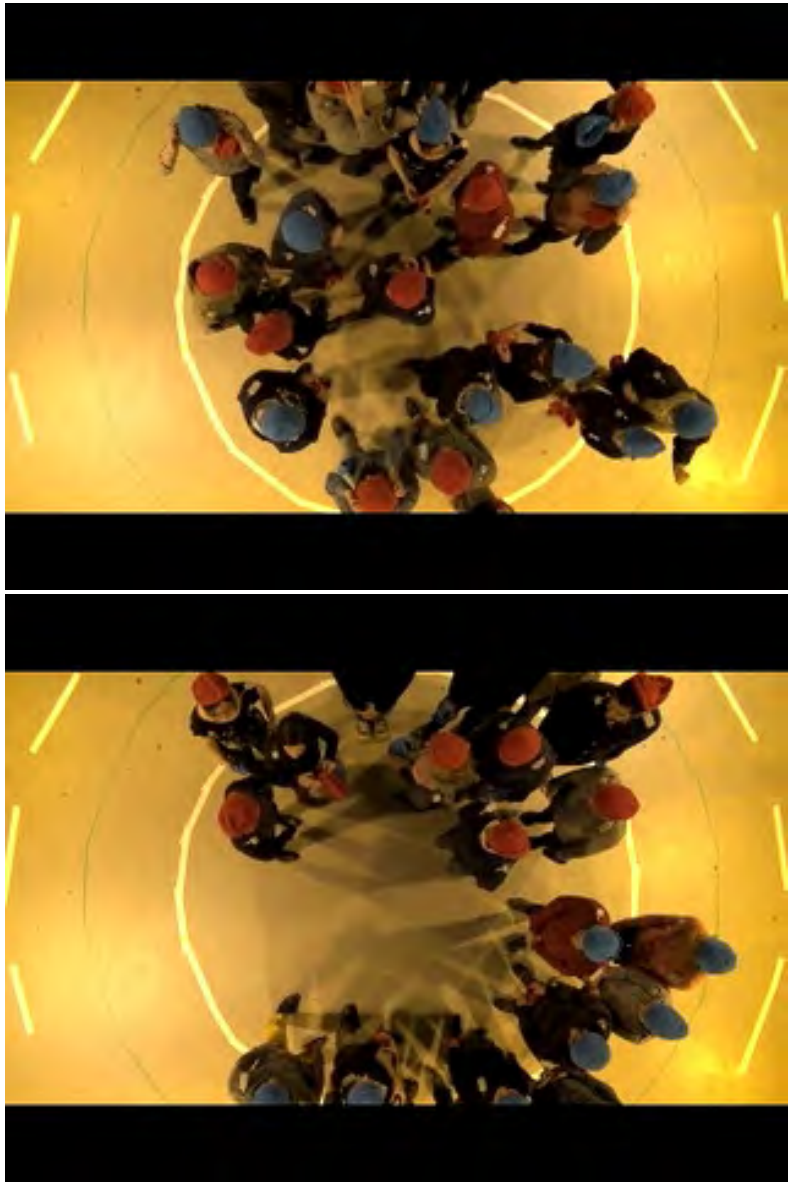
Comportements collectifs

Information locale $\leftrightarrow^{?}$ comportement collectif

- Une tâche collective simple: Ségrégation façon *Schelling*
- Souk =
  - Moduler l'information localement diffusée
  - Mesurer le déroulement

Objectif Long terme:

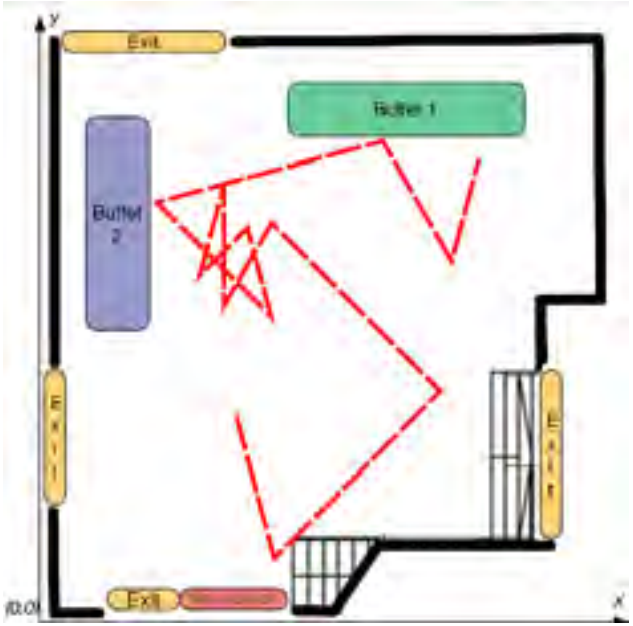
- Pour l'instant smartphone = améliorer comportement individuel
- Peut-on améliorer les comportements collectifs ?



Ségrégation au Cap

Vie Privée ?

- BLE, iBeacon, objets connectés...
  - microcontroleur BLE=20
  - +Une pile = 2ans d'autonomie
- Quel impact pour la vie privée ?
- Simulation d'attaques par co-localisation
  - Portée 1m
  - Position inconnue
  - **mais** Paul et Jean sont proches



Résultats (en cours)

- 25 capteurs $\Rightarrow$90% des 150 interactions les plus fortes

avec R. Pasqua

Mesurer l'harmonie: projet Stormo

- Collaboration avec une troupe de danse contemporaine
- Stages pour retrouver *le mouvement primal*

Conclusion

Interactions = complexes mais pas aléatoires

- Modéliser les dynamiques pour :
  - Comprendre
  - Manipuler et prouver
  - Maitriser l'avalanche de données
- Humains = nouveau support de l'informatique
- Problème intrisèquement interdisciplinaire

Micro-mobilité = Niveau riche que l'on peut maintenant explorer

Merci !