

Détection d'Organisations Basée sur la Transmission Bactérienne

Emmanuel JULIEN

UFR Sciences et Techniques
MIASC 2006-2007

23 juin 2007

Encadrants :

- A Dutot
- D Olivier

Plan

- 1 Introduction
- 2 Résistance Bactérienne
 - Nature des Bactéries
 - Mécanisme de Résistance
- 3 Modèle
 - Modélisation
 - Distribution des Couleurs
 - Proximité
- 4 Résultats
 - Morphogénèse et Morphostase
 - Paramètres
 - Différents réseaux
- 5 Conclusion

Objectif

- Nous voulons détecter des organisations dans des réseaux d'interactions

Objectif

- Nous voulons détecter des organisations dans des réseaux d'interactions. Par exemple :
 - Réseaux du Web

Objectif

- Nous voulons détecter des organisations dans des réseaux d'interactions. Par exemple :
 - Réseaux du Web
 - Partis Politiques

Objectif

- Nous voulons détecter des organisations dans des réseaux d'interactions. Par exemple :
 - Réseaux du Web
 - Partis Politiques
 - Organismes vivants

Objectif

- Nous voulons détecter des organisations dans des réseaux d'interactions
- Comme pour d'autres méthodes, nous modéliserons les réseaux d'interactions sous la forme d'un graphe, où les interactions sont les liens entre les entités

Objectif

- Nous voulons détecter des organisations dans des réseaux d'interactions
- Comme pour d'autres méthodes, nous modéliserons les réseaux d'interactions sous la forme d'un graphe, où les interactions sont les liens entre les entités
- Une **organisation** est un groupe d'individus du réseau ayant une plus forte connectivité entre eux qu'avec le reste des autres individus du réseau d'interactions

Objectif

- Nous voulons détecter des organisations dans des réseaux d'interactions
- Comme pour d'autres méthodes, nous modéliserons les réseaux d'interactions sous la forme d'un graphe, où les interactions sont les liens entre les entités
- Une **organisation** est un groupe d'individus du réseau ayant une plus forte connectivité entre eux qu'avec le reste des autres individus du réseau d'interactions
- Nos méthodes sont basées sur des échanges et la diffusion de matériel génétique chez les bactéries.

Définitions

Système

"Totalité organisée, faite d'éléments solidaires ne pouvant être définis que les uns par rapport aux autres en fonction de leur place dans cette totalité" *F. de Saussure*

Définitions

Système

"Totalité organisée, faite d'éléments solidaires ne pouvant être définis que les uns par rapport aux autres en fonction de leur place dans cette totalité" *F. de Saussure*

Auto-organisation

Une organisation transforme, produit et maintient le système. Une auto-organisation permet à un système de s'organiser lui-même sans intervention extérieure.

Brève Histoire des Antibiotiques et de la Résistance

- Les bactéries sont la source de différentes maladies

Brève Histoire des Antibiotiques et de la Résistance

- Les bactéries sont la source de différentes maladies
- En 1928 Sir A. Fleming découvre la pénicilline

Brève Histoire des Antibiotiques et de la Résistance

- Les bactéries sont la source de différentes maladies
- En 1928 Sir A. Fleming découvre la pénicilline
- Quelques mois plus tard, il note une résistance à la pénicilline

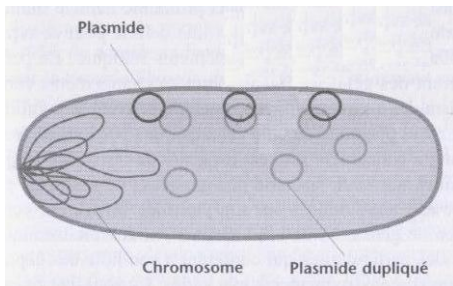
Brève Histoire des Antibiotiques et de la Résistance

- Les bactéries sont la source de différentes maladies
- En 1928 Sir A. Fleming découvre la pénicilline
- Quelques mois plus tard, il note une résistance à la pénicilline
- Aujourd'hui, cette résistance est un problème médical majeur

Nature des Bactéries

Definition

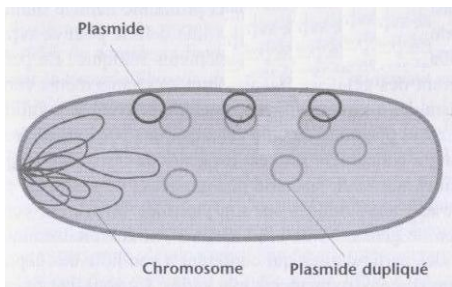
- 1 Une bactérie est une membrane avec un unique chromosome



Nature des Bactéries

Definition

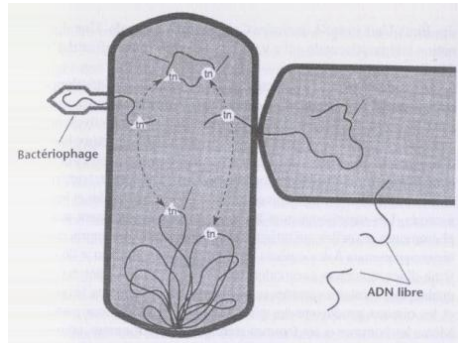
- 1 Une bactérie est une membrane avec un unique chromosome
- 2 Un plasmide est un micro-chromosome libre dans la bactérie



Mécanismes de Transfert

Conjugaison via les plamides

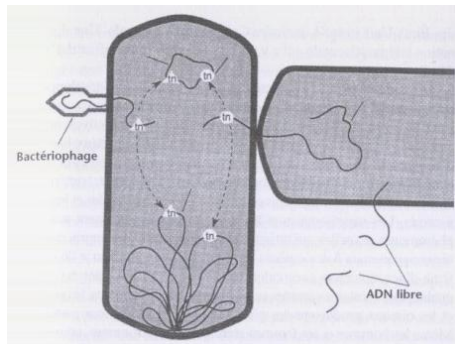
- Transmission horizontale d'une bactérie à une autre



Mécanismes de Transfert

Conjugaison via les plamides

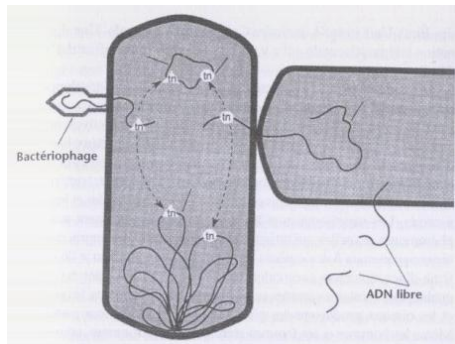
- Transmission horizontale d'une bactérie à une autre
- Ces transferts génétiques existent pour toutes les espèces de bactéries



Mécanismes de Transfert

Conjugaison via les plamides

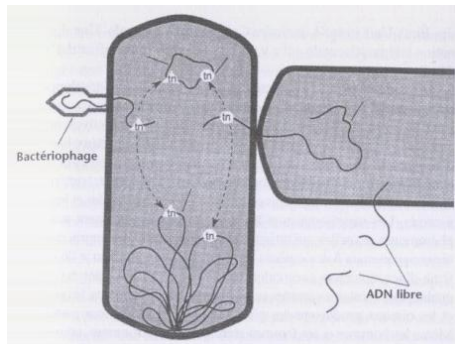
- Transmission horizontale d'une bactérie à une autre
- Ces transferts génétiques existent pour toutes les espèces de bactéries
- La transmission verticale est la reproduction de bactéries de même espèce (duplication)



Mécanismes de Transfert

Conjugaison via les plamides

- Transmission horizontale d'une bactérie à une autre
- Ces transferts génétiques existent pour toutes les espèces de bactéries
- La transmission verticale est la reproduction de bactéries de même espèce (duplication)
- Des mutations sont aussi présentes



Modèle Bio-Inspiré

Vers une modélisation

- La transmission entre bactéries est notre principal inspiration (transmission horizontale)

Modèle Bio-Inspiré

Vers une modélisation

- La transmission entre bactéries est notre principal inspiration (transmission horizontale)
- Comme dans la nature, les échanges s'effectueront localement

Modèle Bio-Inspiré

Vers une modélisation

- La transmission entre bactéries est notre principal inspiration (transmission horizontale)
- Comme dans la nature, les échanges s'effectueront localement
- Nouvelle approche pour la détection d'organisations

Modèle Bio-Inspiré

Vers une modélisation

- La transmission entre bactéries est notre principal inspiration (transmission horizontale)
- Comme dans la nature, les échanges s'effectueront localement
- Nouvelle approche pour la détection d'organisations

Négligeable

Les mutations existantes chez les bactéries sont négligeables car elles n'ont d'effet qu'au bout de 10 à 100 milliards de divisions

Modèle Bio-Inspiré

Vers une modélisation

- La transmission entre bactéries est notre principal inspiration (transmission horizontale)
- Comme dans la nature, les échanges s'effectueront localement
- Nouvelle approche pour la détection d'organisations

Négligeable

Les mutations existantes chez les bactéries sont négligeables car elles n'ont d'effet qu'au bout de 10 à 100 milliards de divisions

Moins adapté pour notre objectif

La modélisation de la transmission verticale introduit de la variabilité

Modèle Bio-Inspiré

Vers une modélisation

- La transmission entre bactéries est notre principal inspiration (transmission horizontale)
- Comme dans la nature, les échanges s'effectueront localement
- Nouvelle approche pour la détection d'organisations

Négligeable

Les mutations existantes chez les bactéries sont négligeables car elles n'ont d'effet qu'au bout de 10 à 100 milliards de divisions

Moins adapté pour notre objectif

La modélisation de la transmission verticale introduit de la variabilité

- Ainsi, nous ne modéliserons que la transmission horizontale.

Modélisation

- 1 Un graphe représente un réseau d'interactions



Modélisation

- 1 Un graphe représente un réseau d'interactions
- 2 Un noeud supportera une seule bactérie



$$Bact = \left\{ \begin{array}{l} Plasm_i \\ | \\ i = \{0, \dots, n\}, \\ n \in \mathbb{N} \end{array} \right\}$$

Modélisation

- ❶ Un graphe représente un réseau d'interactions
- ❷ Un noeud supportera une seule bactérie



$$Bact = \left\{ \begin{array}{l} Plasm_i \\ | \\ i = \{0, \dots, n\}, \\ n \in \mathbb{N} \end{array} \right\}$$

- ❸ Un plasmide est représenté par une couleur (morceau de code du plasmide)

$$Plasm = \begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix} \quad \forall r, g, b \in [0, 255]$$

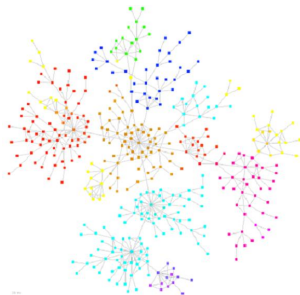
Modélisation

- 1 Les bactéries sont colorées par la moyenne de leurs plasmides



Modélisation

- 1 Les bactéries sont colorées par la moyenne de leurs plasmides
- 2 Les organisations seront colonisées par les souches de bactéries



Modélisation



- 1 Les bactéries sont colorées par la moyenne de leurs plasmides
- 2 Les organisations seront colonisées par les souches de bactéries
- 3 Le mécanisme de transmission permettra de créer des organisations : *attraction* entre bactéries

Modélisation



- 1 Les bactéries sont colorées par la moyenne de leurs plasmides
- 2 Les organisations seront colonisées par les souches de bactéries
- 3 Le mécanisme de transmission permettra de créer des organisations : *attraction* entre bactéries
- 4 Le contrôle et la stabilité des organisations détectées permettent d'avoir un système auto-organisé : *répulsion* entre bactéries

Transmission : Un ou Deux Voisins

Cas Simples

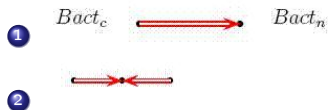
- 1 Un seul voisin : la bactérie se rapproche de sa voisine



Transmission : Un ou Deux Voisins

Cas Simples

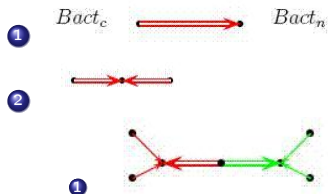
- 1 Un seul voisin : la bactérie se rapproche de sa voisine
- 2 Deux voisins :



Transmission : Un ou Deux Voisins

Cas Simples

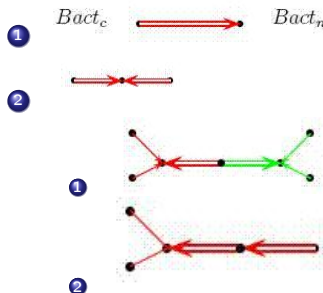
- ① Un seul voisin : la bactérie se rapproche de sa voisine
- ② Deux voisins :
 - ① La bactérie est une bactérie pivot



Transmission : Un ou Deux Voisins

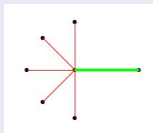
Cas Simples

- ① Un seul voisin : la bactérie se rapproche de sa voisine
- ② Deux voisins :
 - ① La bactérie est une bactérie pivot
 - ② Les bactéries tendent vers le groupe ayant la plus forte connectivité



Transmission : Trois voisins ou plus

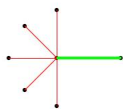
Cas simple : Individu Isolé



Un individu isolé se rapprochera du groupe

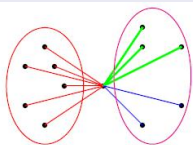
Transmission : Trois voisins ou plus

Cas simple : Individu Isolé



Un individu isolé se rapprochera du groupe

Accointance



$$Densite(rouge) > \sum Densite(\neg rouge)$$

Le groupe rouge impose sa couleur aux autres groupes

Algorithme d'Accointance

Algorithme 1 : Accointance

```

begin
  forall lien dans liens do
    lien ← Récupération du lien suivant;
    numGroup ← -1 ; // Initialisation;
    for i de 1 à taille d'ecart do
      dist ← Distance entre les bactéries (info lien);
      varEcart ← (écart du groupe i)-dist;
      if varEcart < accointance then
        | numGroup ← i;
      if numGroup ≠ -1 then
        | Ajout de lien dans le groupe numGroup;
      else
        | Ajout de dist dans l'ensemble ecart;
        | Ajout de lien dans le dernier ensemble d'arcs de l'ensemble groups;
    end
  end
end

```

Premiers résultats

- Le paramètre *accointance* permet de regrouper des bactéries de couleurs voisines

Premiers résultats

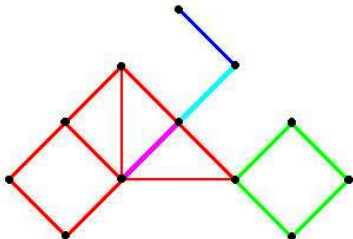
- Le paramètre *accointance* permet de regrouper des bactéries de couleurs voisines
- L'algorithme d'accointance forme des groupes d'entités

Premiers résultats

- Le paramètre *accointance* permet de regrouper des bactéries de couleurs voisines
- L'algorithme d'accointance forme des groupes d'entités
- Mais certains groupes voisins ont la même couleur, alors qu'ils constituent des organisations différentes



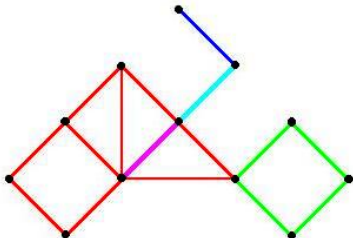
Proximité et Connectivité



Attraction

- Forte connectivité entre deux bactéries
- Les deux bactéries se rapprochent
- Tous les voisins se soudent pour former un groupe dense

Proximité et Connectivité (2)



Répulsion

- Faible connectivité (ou nulle) entre deux bactéries
- Les bactéries s'éloignent
- Le groupe ayant le plus de connexions avec le réseau repoussera le second groupe

Algorithme de Proximité

Algorithme 2 : Proximité

```
begin
  forall bacterie dans voisins0 do
    if bacterie  $\in$  voisins1 then
      | Incrémentation de proximite;
  if proximity = 0  $\vee$  connectivité des deux bactéries > 5 then
    if connectivité de la bactérie 0 > connectivité de la bactérie 1 then
      | Coloration des voisins1 vers  $\neg$ ColorVoisin0;
    else
      | Coloration des voisins0 vers  $\neg$ ColorVoisin1;
end
```

Feedback positif

Morphogénèse

- Création des formes de couleurs

Feedback positif

Morphogénèse

- Création des formes de couleurs
- Feedback positif repose sur l'attraction des bactéries et l'échange de couleurs

Feedback positif

Morphogénèse

- Création des formes de couleurs
- Feedback positif repose sur l'attraction des bactéries et l'échange de couleurs
- La morphogénèse est nécessaire pour qu'il y ait auto-organisation

Feedback positif

Morphogénèse

- Création des formes de couleurs
- Feedback positif repose sur l'attraction des bactéries et l'échange de couleurs
- La morphogénèse est nécessaire pour qu'il y ait auto-organisation
- Mais le feedback positif doit être contrôlé

Feedback négatif

Morphostase

- Stabilisation des formes de couleurs

Feedback négatif

Morphostase

- Stabilisation des formes de couleurs
- Le feedback négatif est exercé par la répulsion

Feedback négatif

Morphostase

- Stabilisation des formes de couleurs
- Le feedback négatif est exercé par la répulsion
- La morphostase est aussi nécessaire pour qu'il y ait auto-organisation

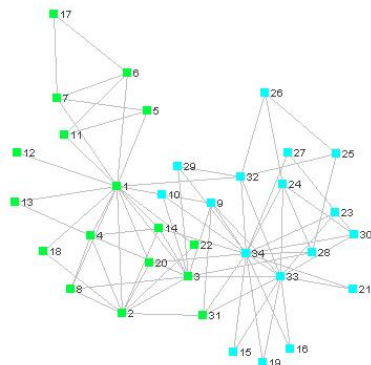
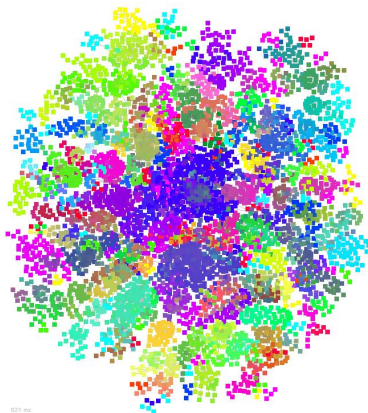
Feedback négatif

Morphostase

- Stabilisation des formes de couleurs
- Le feedback négatif est exercé par la répulsion
- La morphostase est aussi nécessaire pour qu'il y ait auto-organisation
- La morphogénèse et la morphostase créent le mécanisme de régulation dans le système

Paramètres du système

- Tests sur certains types de graphes :



Paramètres du système

Accointance

- Plus la valeur est importante, plus les groupes d'accointance sont denses
- $accointance \in [0, 20]$ donne des résultats, au delà, il faut beaucoup plus d'itérations

0	
2	
4	
8	
10	
12	
16	
22	
26	

Paramètres du système

Proximité

- Plus la valeur est proche de 0, plus les groupes vont se séparer
- $proximite \in [0, 2]$ permet de ne plus avoir le problème des groupes de voisins similaires

	0	1	2	3
0				
2				
4				
8				
10				
12				
16				
22				
26				

Paramètres du système

- Accountance
- Proximité

	0	1	2	3
0				
2		C		
4		C		
8	C	C		
10	C	C		
12	C	C		
16				
22				
26				
C	Concluant			

Paramètres du système

- Accountance
- Proximité

	0	1	2	3
0	AC	AC		
2	AC	C		
4	AC	C	AC	
8	C	C	AC	AC
10	C	C	AC	AC
12	C	C	AC	AC
16	AC	AC		
22	AC	AC		
26				
C	Concluant			
AC	Assez Concluant			

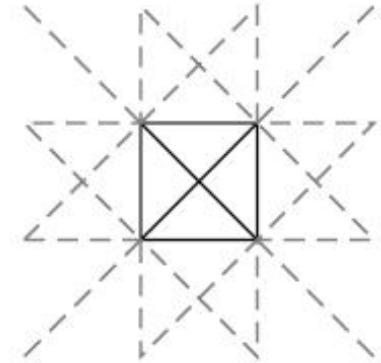
Paramètres du système

- Accountance
- Proximité

	0	1	2	3
0	AC	AC	M	M
2	AC	C	M	M
4	AC	C	AC	M
8	C	C	AC	AC
10	C	C	AC	AC
12	C	C	AC	AC
16	AC	AC	M	M
22	AC	AC	M	M
26	M	M	M	M
C	Concluant			
AC	Assez Concluant			
M	Médiocre			

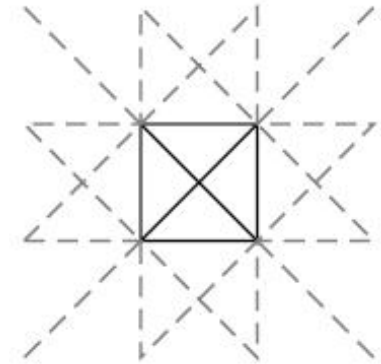
Grille 50x50

- Chaque entité est liée à huit voisines



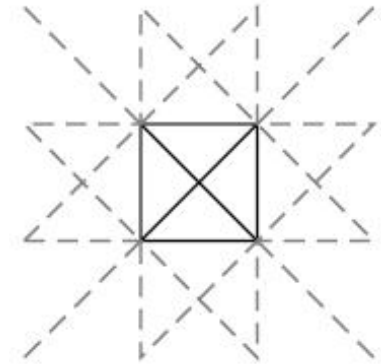
Grille 50x50

- Chaque entité est liée à huit voisines
- Pas d'organisation car c'est une grille uniforme



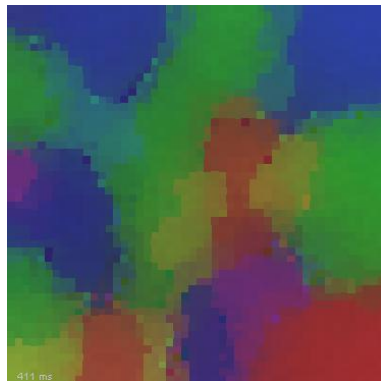
Grille 50x50

- Chaque entité est liée à huit voisines
- Pas d'organisation car c'est une grille uniforme
- Nos méthodes organisent le système après des centaines d'itérations



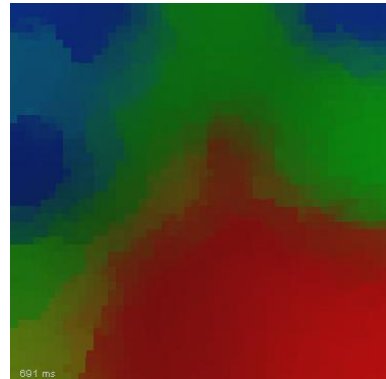
Grille 50x50

- Chaque entité est liée à huit voisines
- Pas d'organisation car c'est une grille uniforme
- Nos méthodes organisent le système après des centaines d'itérations
 - *10 itérations* : Plusieurs organisations



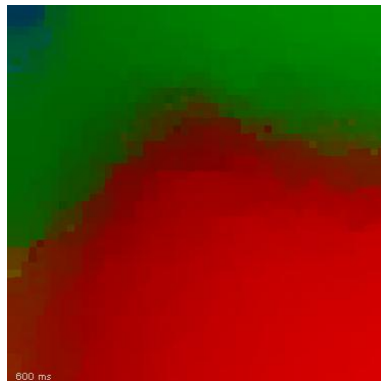
Grille 50x50

- Chaque entité est liée à huit voisines
- Pas d'organisation car c'est une grille uniforme
- Nos méthodes organisent le système après des centaines d'itérations
 - 10 itérations : Plusieurs organisations
 - 50 itérations : Certaines organisations sont absorbées



Grille 50x50

- Chaque entité est liée à huit voisines
- Pas d'organisation car c'est une grille uniforme
- Nos méthodes organisent le système après des centaines d'itérations
 - 10 itérations : Plusieurs organisations
 - 50 itérations : Certaines organisations sont absorbées
 - 100 itérations : Deux organisations sont en concurrence

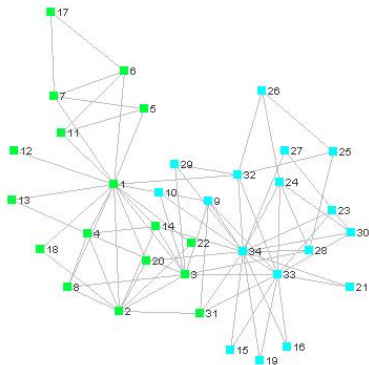


Grille 50x50

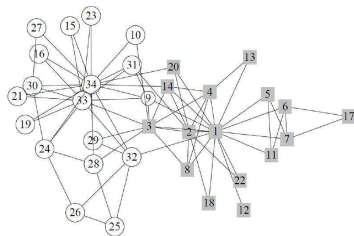
- Chaque entité est liée à huit voisines
- Pas d'organisation car c'est une grille uniforme
- Nos méthodes organisent le système après des centaines d'itérations
 - *10 itérations* : Plusieurs organisations
 - *50 itérations* : Certaines organisations sont absorbées
 - *100 itérations* : Deux organisations sont en concurrence
 - *300 itérations* : Il ne reste plus qu'une organisation



Zachary Karate Club



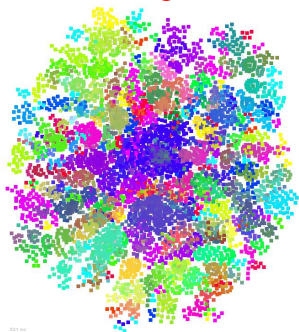
Résultat avec nos méthodes



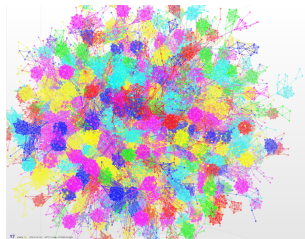
Résultat avec la méthode de
Newman

Conclusion

- Les résultats sont concluants
Détection d'organisations dans un réseau d'interactions



Avec les bactéries : dénombrement d'organisations



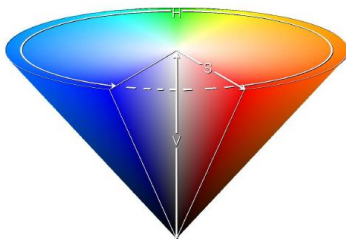
Avec un algorithme fourni :
nombre d'organisations défini à l'avance

Conclusion

- Les résultats sont concluants
- Mais certains problèmes de modélisation persistent, par exemple le calcul de l'accointance

Conclusion

- Les résultats sont concluants
- Mais certains problèmes de modélisation persistent, par exemple le calcul de l'accointance



Cône HSV

Conclusion

- Les résultats sont concluants
- Mais certains problèmes de modélisation persistent, par exemple le calcul de l'accointance
- Enrichir nos méthodes vers :

Conclusion

- Les résultats sont concluants
- Mais certains problèmes de modélisation persistent, par exemple le calcul de l'accointance
- Enrichir nos méthodes vers :
 - des graphes dynamiques

Conclusion

- Les résultats sont concluants
- Mais certains problèmes de modélisation persistent, par exemple le calcul de l'accointance
- Enrichir nos méthodes vers :
 - des graphes dynamiques
 - une distribution effective sur des machines.

Bibliographie

- S B Levy, Le paradoxe des antibiotiques, Belin 1999, pp. 71-102
- WW Zachary, An information flow model for conflict and fission of small groups, Journal of Anthropological Research 1977, Vol. 33, No 4, pp.10
- M E J Newman and M Givan, Finding and evaluating community in networks, Physical Review E 2004, Vol. 69
- C Bertelle, A Dutot, F Guinand and D Olivier, Organization Detection Using Emergent Computing, *International Transactions on Systems Science and Applications*, 2006