



Séance 1: Introduction

BIO 500 - Méthodes en écologie computationnelle

Dominique Gravel
Laboratoire d'écologie intégrative

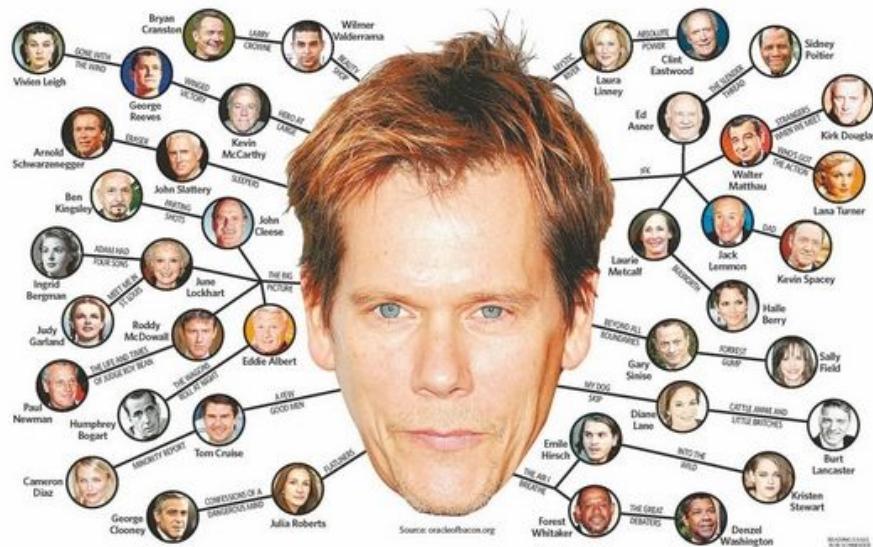


Séance 1

- ✓ Ces diapositives sont disponibles en **version web** et en **PDF**.
- ✓ L'ensemble du matériel de cours est disponible sur la page du portail **moodle**.

Introduction

Le Bacon number



Le Bacon number

Une hypothèse selon laquelle n'importe quel acteur peut être relié à Kevin Bacon via ses rôles dans 6 films ou moins.

Exemple

- ✓ Kevin Bacon a lui-même un Bacon number de 0
- ✓ Sean Penn a un Bacon number de 1 pour son rôle dans *Mystic River*
- ✓ Madonna a un Bacon number de 2 pour son rôle dans *Shadows and Fog*, dans lequel figurait Camille Saviola, qui a elle-même joué avec Kevin Bacon dans *Queens Logic*

Si le jeu vous amuse, allez consulter le site [The Oracle of Bacon](#)

Six degrés de séparation

Le jeu est une parodie du mythe urbain de six degrés de séparation, qui propose que tous les humains sur la terre soient à moins de six degrés de séparation dans une chaîne "d'ami à ami".

Kochen a proposé dans les années 50 que "*it is practically certain that any two individuals can contact one another by means of at most two intermediaries. In a [socially] structured population it is less likely but still seems probable. And perhaps for the whole world's population, probably only one more bridging individual should be needed.*"

L'expérience de Milgram

- ✓ Inspiré des travaux de Gurevich
- ✓ Étude des réseaux sociaux
- ✓ Souhait d'évaluer la probabilité que deux personnes sélectionnées au hasard se connaissent

L'expérience de Milgram

- ✓ Individus choisis au hasard au Nebraska et au Kansas, et qui devaient rejoindre des personnes à Boston.
- ✓ Un paquet était envoyé, incluant des instructions, une lettre ainsi que de l'information sur la personne ciblée à Boston
- ✓ Si la personne de départ connaissait directement la cible, elle devait lui envoyer directement la lettre
- ✓ Sinon, la personne devait choisir un ami ou une connaissance qui était susceptible de connaître la personne cible
- ✓ Une fois rendu à destination, le destinataire envoyait la chaîne de communication au chercheur

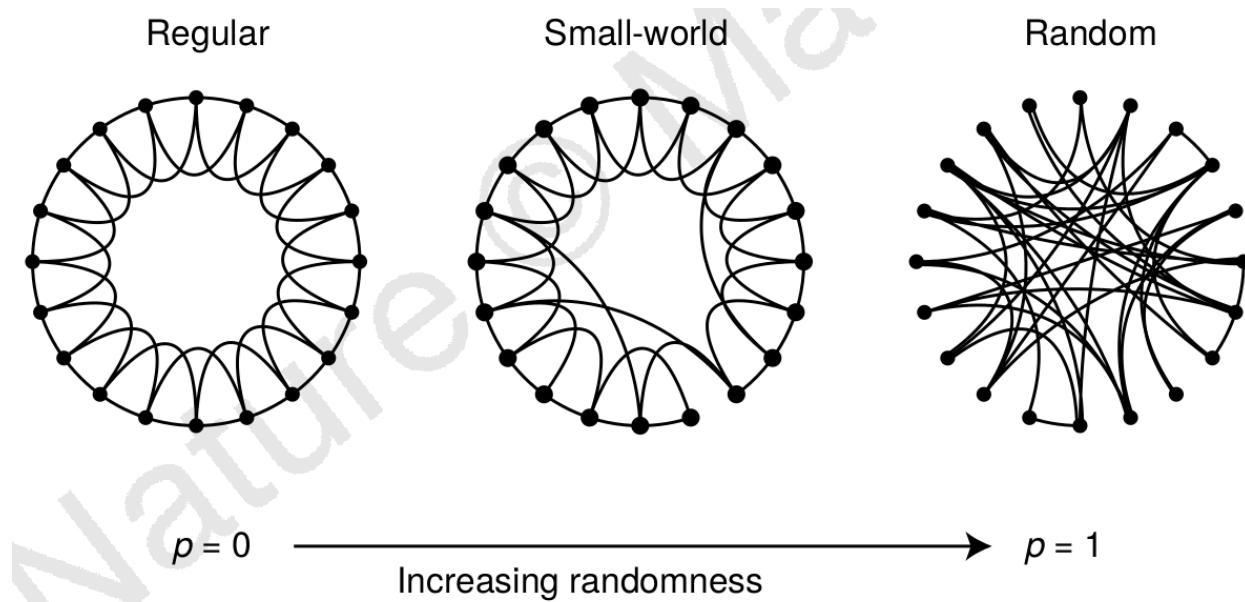
Résultats

- ✓ 64 lettres sur 296 envoyées sont arrivées à destination
- ✓ Le nombre de degrés moyens était entre 5 et 6

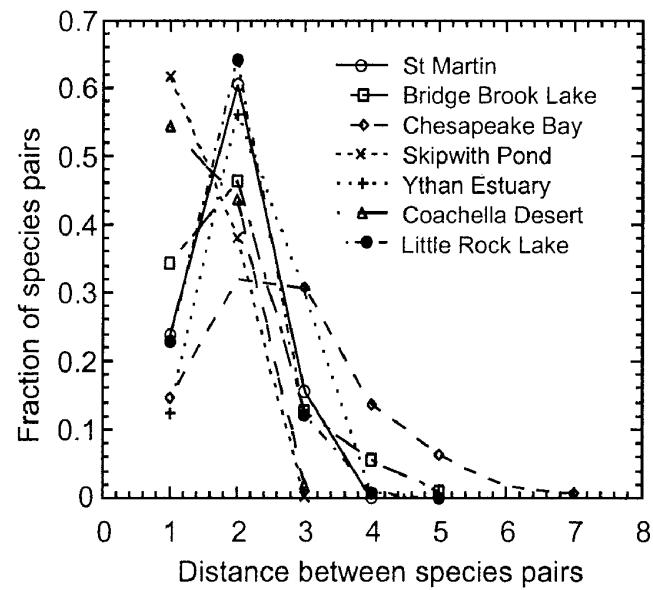
Suivi

- ✓ L'expérience a été répliquée de nombreuses fois, notamment par Dodds et al. qui ont aussi confirmé un nombre de 6
- ✓ Watts et Strogatz (1998) ont élaboré un modèle qui permet d'expliquer les propriétés de petit monde trouvées dans de nombreux réseaux

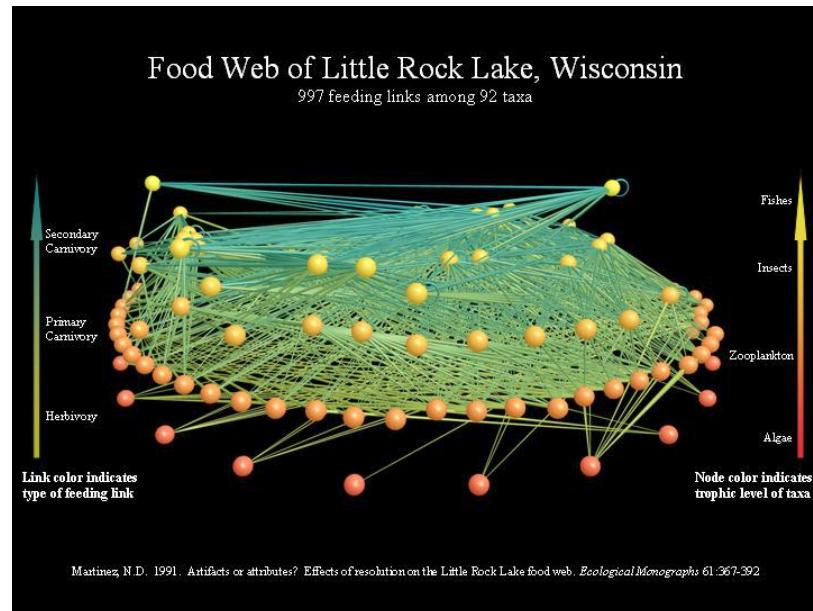
Le modèle de petits mondes



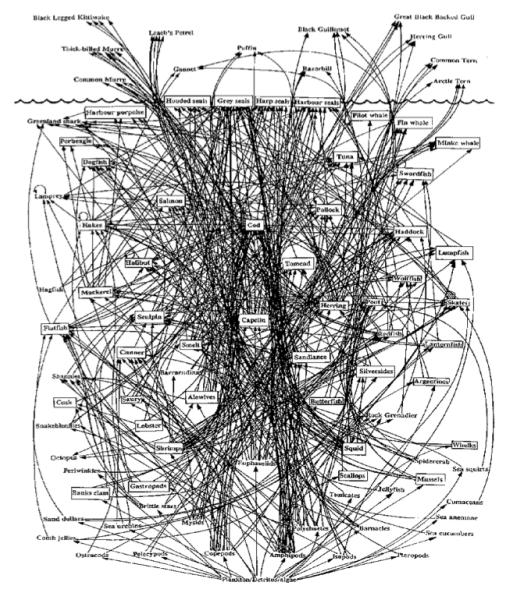
Les propriétés de petit monde en écologie



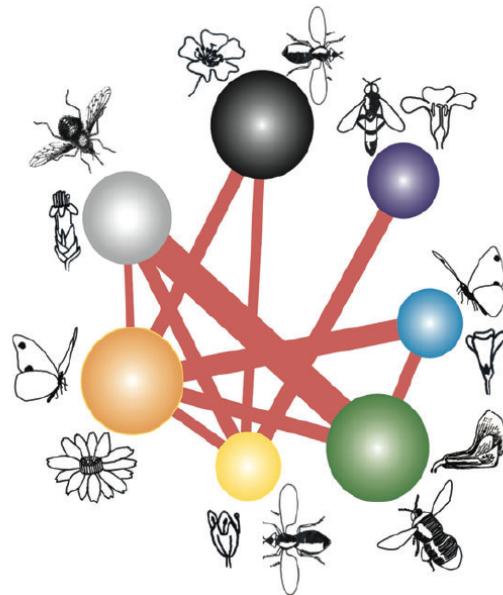
Les propriétés de petit monde en écologie



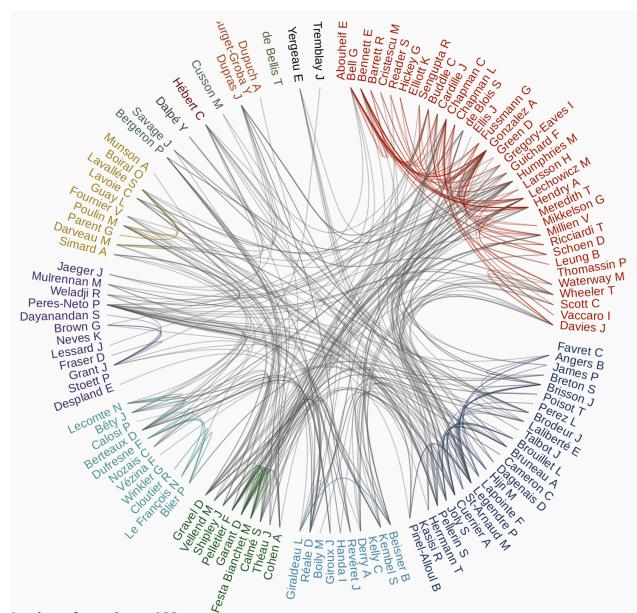
Les propriétés de petit monde en écologie



Les propriétés de petit monde en écologie



Les propriétés de petit monde en écologie



Le projet de session

Est-ce que le réseau de collaborations entre les étudiants du bacc en écologie a les mêmes propriétés que les réseaux écologiques ?

La science reproductible

L'importance de la reproductibilité.

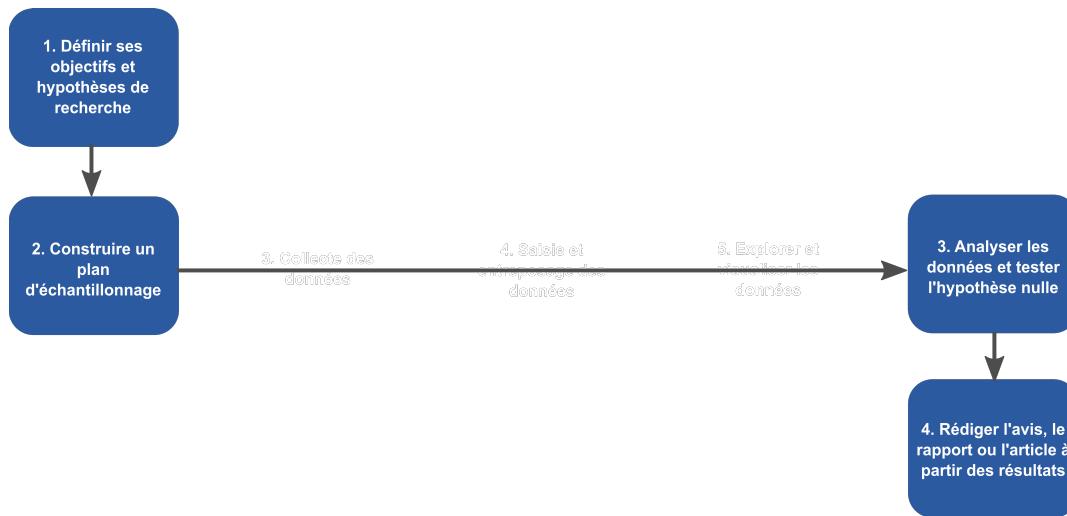
Ces situations peuvent survenir lors de votre carrière professionnelle:

Situation 1. Un employeur souhaite que vous réalisez les mêmes analyses 3 ans plus tard sur des données différentes.

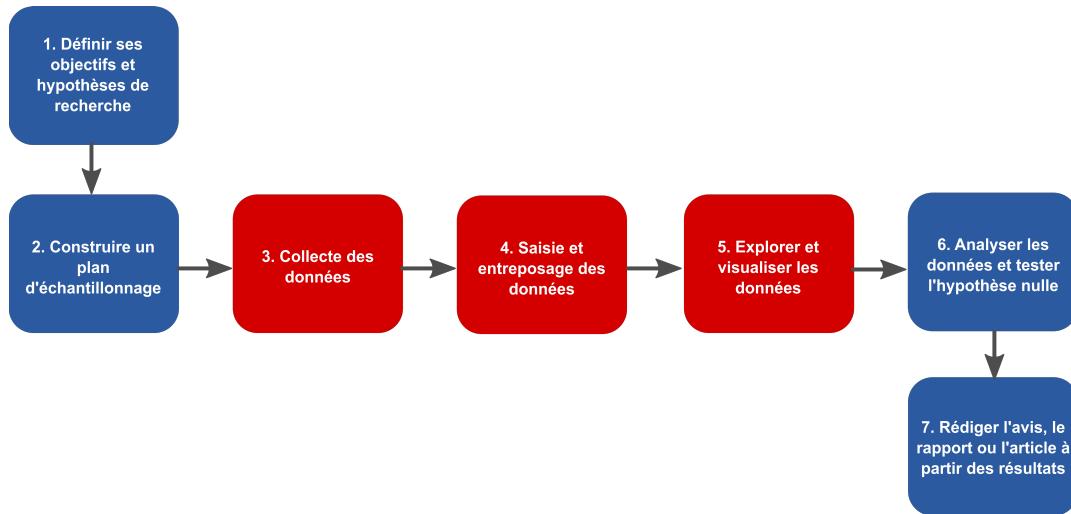
Situation 2. Vous avez commis une erreur dans votre saisie de données, vous devez reconduire vos analyses.

Situation 3. Un des réviseurs de votre article scientifique vous demande de refaire vos analyses en tenant compte d'une nouvelle variable environnementale.

Les étapes du travail d'un biologiste



Les étapes du travail d'un biologiste



Certaines étapes intermédiaires sont souvent oubliées.

Discussion

Identification des étapes d'une étude scientifique susceptibles d'influer sur la reproductibilité.

Présentation du cours BIO500

Objectif général

Au terme de ce cours, l'étudiant sera en mesure de réaliser l'ensemble de la séquence d'une étude d'écologie en respectant les standards de gestion, d'analyse et de présentation des données. Le cours portera sur la réalisation d'un projet intégrateur, de la collecte des données à la production du rapport final.

Objectifs spécifiques

- ✓ Planifier une base de données et la préparation de formulaires pour leur acquisition ;
- ✓ Programmer et interroger une base de données relationnelle ;
- ✓ Compiler et exécuter un script au moyen de makefile ;
- ✓ Représenter visuellement les données au moyen de R ;
- ✓ Préparer un rapport d'étude au moyen de LaTeX ;
- ✓ Utiliser un système de contrôle de version pour le suivi des modifications sur du code ;
- ✓ Porter un regard critique sur la reproductibilité et la transparence d'études scientifiques ;

Contenu du cours

Bloc 1: Planification de la collecte et organisation des données

- ✓ Types de données
- ✓ Formulaires de saisie
- ✓ Bases de données relationnelles (SQL)
- ✓ Requêtes

Contenu du cours

Bloc 2: Outils pour une science reproductible et transparente

- ✓ UNIX
- ✓ le makefile
- ✓ Système de contrôle de version git

Contenu du cours

Bloc 3: Visualisation des données

- ✓ Les types de graphiques
- ✓ Fonctions graphiques de base sur R
- ✓ Paramètres graphiques
- ✓ Packages R spécialisés

Contenu du cours

Bloc 4: Communication scientifique au moyen de LaTeX

- ✓ Rédaction de rapports et d'articles scientifiques
- ✓ Mise en page
- ✓ Insertion de figures et tableaux
- ✓ Gestion des références
- ✓ Utilisation de Beamer pour les présentations

Approche

Les cours vont comprendre une période de présentation entrecoupée d'exercices, suivie d'une discussion générale sur des références clés.

Nous progresserons dans l'exécution du travail de session. Le travail sera divisé en étapes et l'évaluation portera sur son intégration.

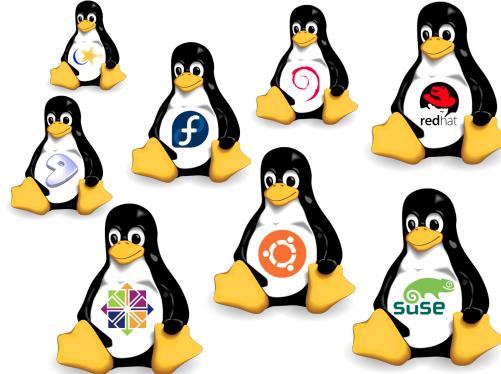
Évaluation

L'évaluation porte sur la réalisation d'un travail de session (75%), réalisé en équipe de 4 personnes. Le travail sera divisé en 3 étapes réparties au cours de la session. L'évaluation finale (25%) portera sur la rédaction d'un essai de 1500 mots sur les enjeux de reproductibilité en science expérimentale.

Survol de Linux / Ubuntu

Un nouveau monde s'ouvre à vous...

Il existe une **grande diversité de distributions** Linux (Systèmes d'exploitation). L'ensemble de ces distributions sont gratuites et libres (OpenSource) !



Alors, pourquoi Ubuntu?

- ✓ Une importante communauté d'utilisateurs (estimé à 25 millions)
- ✓ Aussi facile d'utilisation que Microsoft Windows

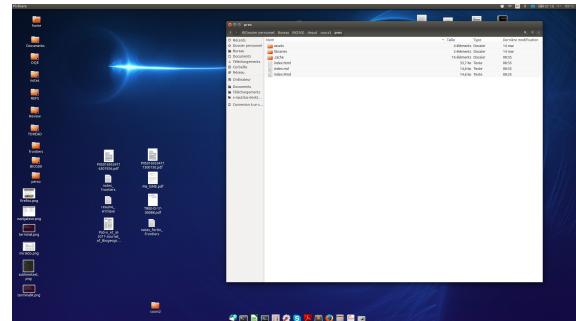
Sur la machine virtuelle Ubuntu...

Les logiciels/langages que nous utiliserons dans le cours ont déjà été installés pour vous.

- ✓ R (avec les librairies nécessaires)
- ✓ La distribution complète de LaTeX
- ✓ Git
- ✓ SQL
- ✓ SublimeText
- ✓ Le terminal (crtl+alt+t)

L'environnement UNITY

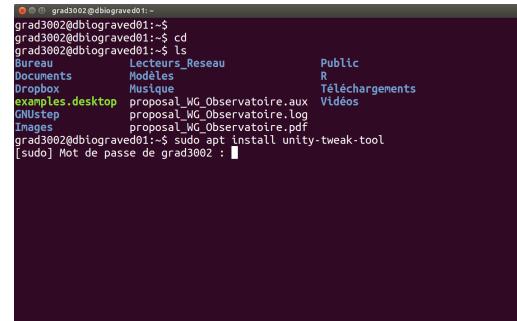
- ✓ Le lanceur
 - ✓ Naviguer dans les fichiers : <ctrl>
<n>
 - ✓ Chercher un programme
 - ✓ Changer les paramètres



L'environnement UNITY

Le terminal

- ✓ Lancer le terminal **<ctrl> <alt> <t>**
- ✓ Changer de répertoire avec **cd**
- ✓ Liste des fichiers dans le dossier actuel avec **ls**
- ✓ Installer des programmes **sudo apt install unity-tweak-tool**

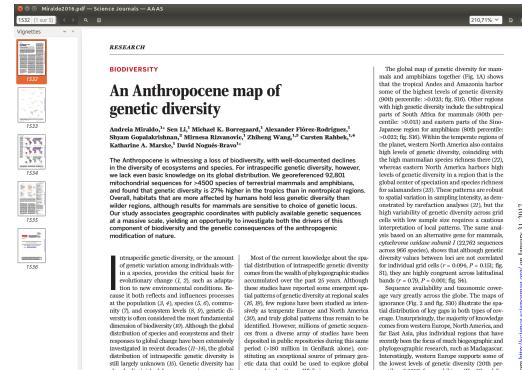


```
grad3002@dbiograved01:~$ grad3002@dbiograved01:~$ cd grad3002@dbiograved01:~$ ls Bureau Lecteurs_Reseau Public Documents Modeles R Dropbox Musique Telechargements eximpiques.desktop proposal_WG_Observatoire.aux Videos GHUstep proposal_WG_Observatoire.log Images proposal_WG_Observatoire.pdf grad3002@dbiograved01:~$ sudo apt install unity-tweak-tool [sudo] Mot de passe de grad3002 : 
```

L'environnement UNITY

Lire un PDF

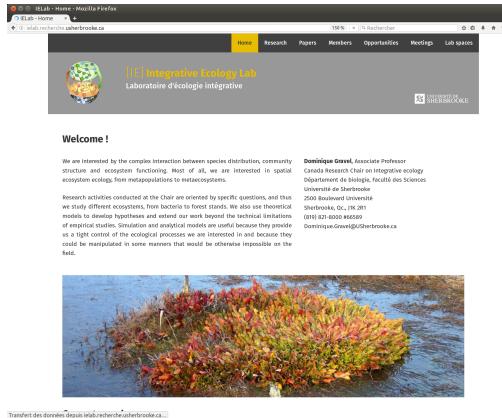
- ✓ Le programme par défaut est **Visionneur**
- ✓ D'autres programmes sont disponibles, notamment pour éditer des PDFs.
J'utilise **xournal**.



L'environnement UNITY

Naviguer sur le web

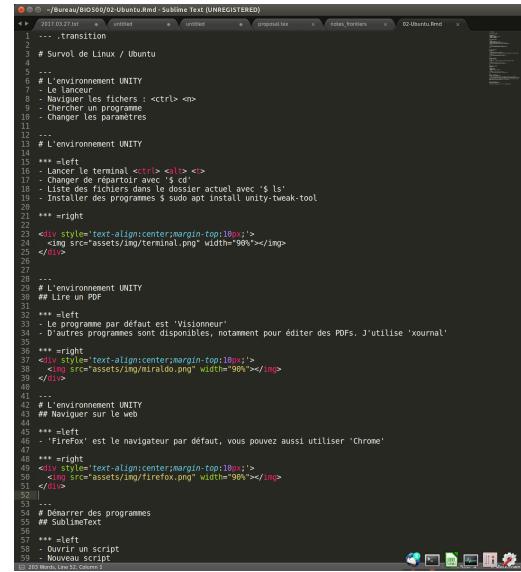
- ✓ **FireFox** est le navigateur par défaut,
vous pouvez aussi utiliser **Chrome**



Démarrer des programmes

SublimeText2

- ✓ Ouvrir un script
- ✓ Nouveau script
- ✓ Changer le surlieur de syntaxe



```
1 ... .transition
2
3 # Survol de Linux / Ubuntu
4
5 ...
6 # L'environnement UNITY
7 - Lancer
8 - Meilleur les fichiers : <ctrl><on>
9 - Chercher un programme
10 - Changer les paramètres
11
12 ...
13 # L'environnement UNITY
14 ...
15 - Lancer le terminal <ctrl>-<1>-<on>
16 - Changer de répertoire avec '$ cd'
17 - Liste des fichiers dans le dossier actuel avec '$ ls'
18 - Installer des programmes $ sudo apt-get install unity-tweak-tool
19
20 *** =right
21
22 ...
23 <div style='text-align:center; margin-top:10px;'>
24 <img src='assets/img/terminal.png' width='90%'></img>
25 </div>
26
27
28 ...
29 # L'environnement UNITY
30 # Lire un PDF
31 ...
32 ...
33 - Le programme par défaut est 'Visionneur'
34 - D'autres programmes sont disponibles, notamment pour éditer des PDFs. J'utilise 'journal'
35
36 *** =right
37 <div style='text-align:center; margin-top:10px;'>
38 <img src='assets/img/mirarob.png' width='90%'></img>
39 </div>
40
41 ...
42 # L'environnement UNITY
43 ## Naviguer sur le web
44 ...
45 *** =left
46 - 'Firefox' est le navigateur par défaut, vous pouvez aussi utiliser 'Chrome'
47
48 *** =right
49 <div style='text-align:center; margin-top:10px;'>
50 <img src='assets/img/firefox.png' width='90%'></img>
51 </div>
52
53 ...
54 # Dépanner des programmes
55 - SublimeText
56 ...
57 ...
58 - Ouvrir un script
59 - Nouveau script
```

Démarrer des programmes

Lancer R à partir de SublimeText

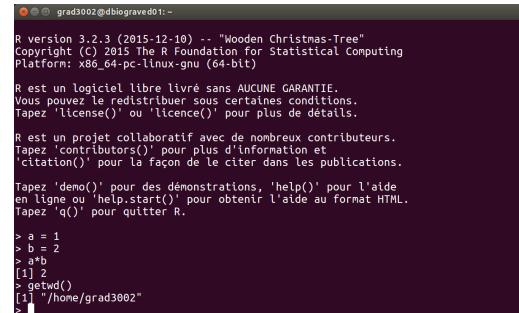
- ✓ Il faut lancer 'SublimeREPL' au moyen des touches **<ctrl> <shift> <p>** et sélection R
- ✓ Une fois la nouvelle fenêtre ouverte, les commandes peuvent être soumises avec **<ctrl> <enter>**

ASTUCE: les fenêtres sur Linux peuvent être alignées sur la gauche, la droite ou le centre automatiquement au moyen de la commande **<ctr> <alt> <flèche>**

Démarrer des programmes

R directement dans le terminal

Il faut ouvrir un terminal avec **<ctrl>**
<alt> <t> et ensuite taper R



A screenshot of a terminal window titled "grad3002@dbiograved01: ~". The window displays the R command-line interface. It starts with the R version information: "R version 3.2.3 (2015-12-10) -- \"Wooden Christmas-Tree\"". It then shows the copyright notice: "Copyright (C) 2015 The R Foundation for Statistical Computing". Below that, it says "Platform: x86_64-pc-linux-gnu (64-bit)". The text continues with information about the R project being open-source and collaborative, mentioning "contributors()", "citation()", and "demos()". At the bottom, there are examples of R code: "a = 1", "b = 2", "a*b", which results in "[1] 2", and "getwd()", which results in "[1] \"/home/grad3002\"". The cursor is visible at the end of the line.

Projet de session

Rappel du problème

Est-ce que le réseau de collaboration entre les étudiants est différent des réseaux écologiques ?

Rappel du problème

Est-ce que l'on parvient à expliquer une collaboration à partir de caractéristiques des noeuds ?

Pour commencer

En équipe de 4, on vous demande de commencer à planifier une campagne de collecte de données. Commencez par discuter des types de données que vous souhaitez récolter, faites la liste des informations nécessaires pour répondre à la question. Ensuite, établissez un protocole afin de récolter ces données.

Deuxième étape

Préparez un formulaire de saisie de données avec Excel et commencez à le remplir avec les données entre les membres de votre équipe.

Troisième étape

Retour en classe : partage de l'information et harmonisation des formulaires.

Lectures et travail pour la semaine prochaine

Lectures et travail

Travail

- ✓ Prenez le temps de vous familiariser avec la Machine virtuelle Ubuntu.
 - Exemples: Créer des fichiers et des dossiers, changer le fond d'écran, etc.
- ✓ Commencez à récolter les données pour le travail de session.

Lectures

- ✓ Baker, M. 2016. Is there a reproducibility crisis ? Nature, 533 : 452:454
- ✓ Munafo, M.R. et al. 2017. A manifesto for reproducible science. Nature Human Behaviour 1: 0021
- ✓ Open Science Collaboration. 2015. Estimating the reproducibility of psychological science. Science 349 : 943.

Diapos hors cours

L'utilisation d'une machine virtuelle (VM)

Définition

VirtualBox est une application qui **émule** une machine/ordinateur virtuelle à l'intérieur de votre ordinateur.

Une machine virtuelle est donc un environnement confiné sur lequel on peut installer un autre système d'exploitation qui utilise les ressources matérielles de l'hôte (votre ordinateur).

Nous utiliserons **VirtualBox** pour exécuter une machine Linux (distribution Ubuntu 16.04), sur votre PC Windows ou votre Mac créé spécifiquement pour ce cours.



Pourquoi une VM?

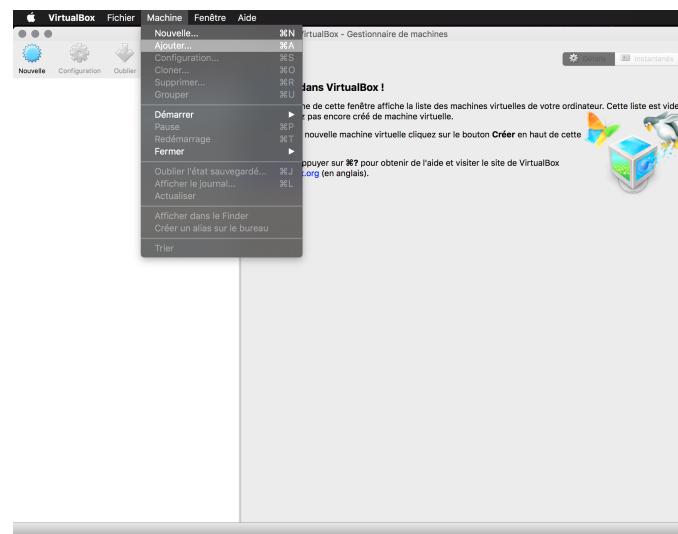
- ✓ Simplifier l'installation des outils nécessaires pour le cours
- ✓ Être certain que tout le monde dispose des mêmes outils
- ✓ Permet d'uniformiser l'enseignement
- ✓ Un système d'exploitation de type **UNIX** est nécessaire pour exécuter certaines tâches de ce cours

Procédure d'importation et de lancement de la VM

- ✓ Étape 1: Installer **VirtualBox**
- ✓ Étape 2: Téléchargez **l'image de la machine virtuelle** créée pour le cours

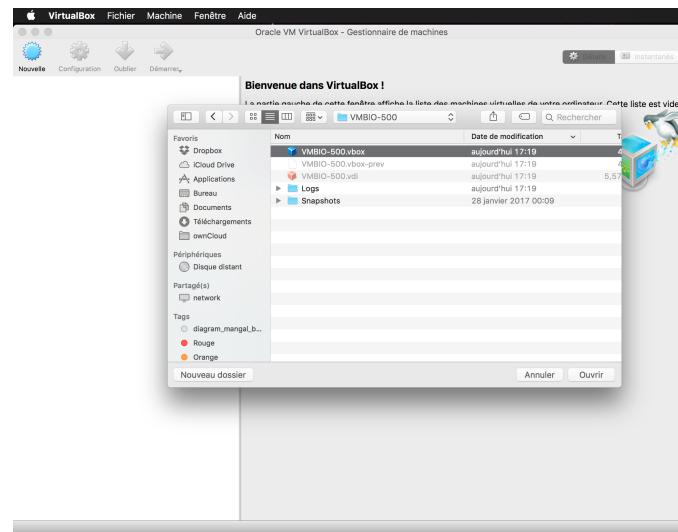
Procédure d'importation de la VM

- ✓ Étape 3: Ouvrir **VirtualBox**
- ✓ Étape 4: Dans le menu
Machine, sélectionnez **Ajouter**



Procédure d'importation de la VM

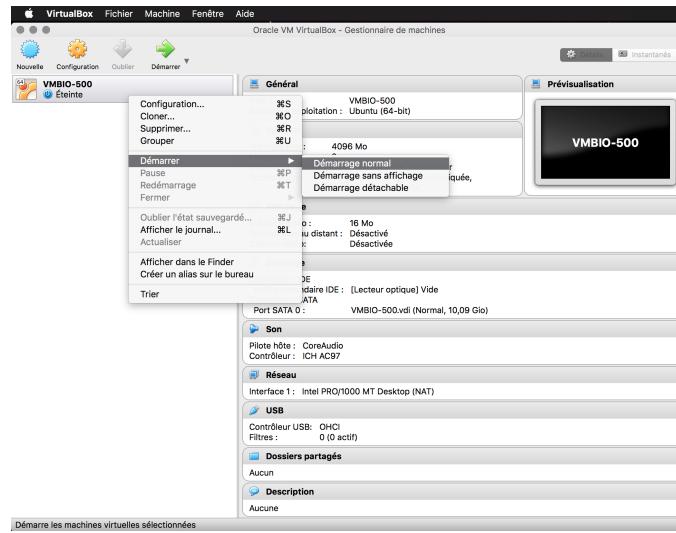
- ✓ Étape 5: Sélectionner le fichier de l'image de la machine virtuelle créé pour le cours (téléchargé à l'étape 2)



Procédure de lancement de la VM

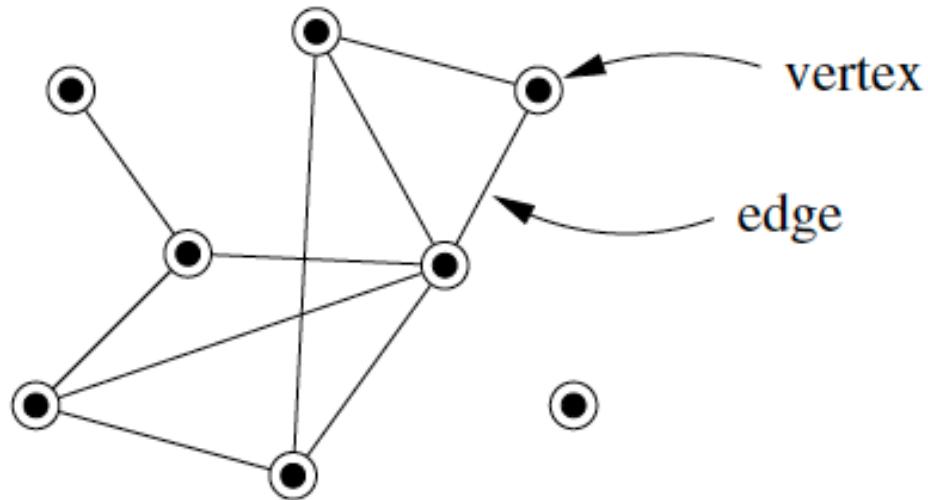
- ✓ Étape 6: Clique droit sur la machine virtuelle **VM-BI0500**, puis **Démarrer** et enfin sur **Démarrage normal**.
- ✓ Étape 7: Et voilà ! La machine virtuelle est en train de démarrer.

Veuillez prendre note que le mot de passe utilisateur est: **etudiant**



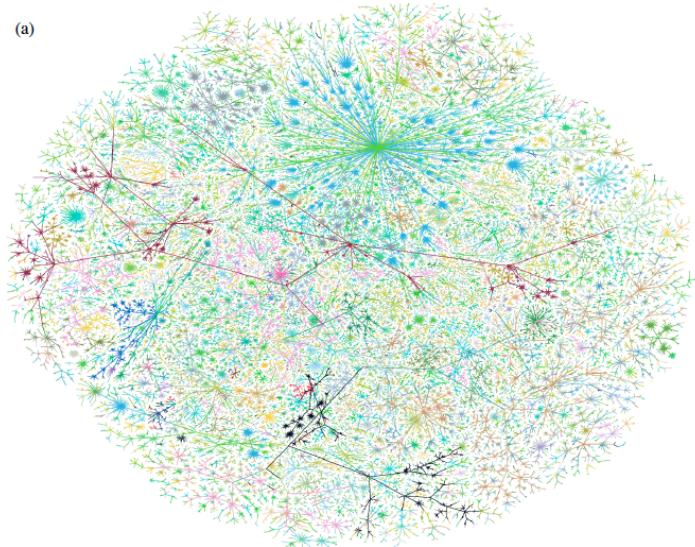
Présentation sur les réseaux écologiques

Définition



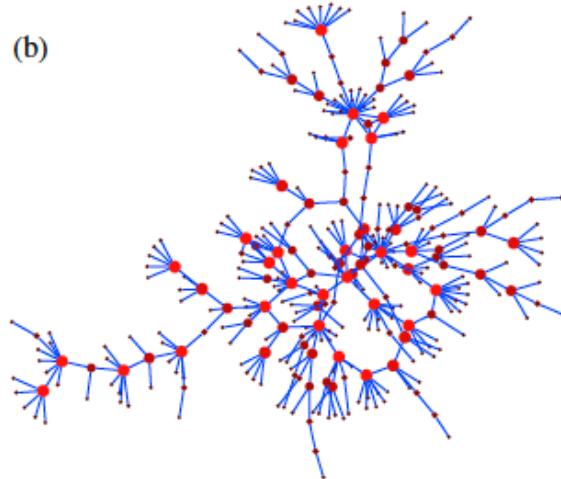
Types de réseaux

Internet



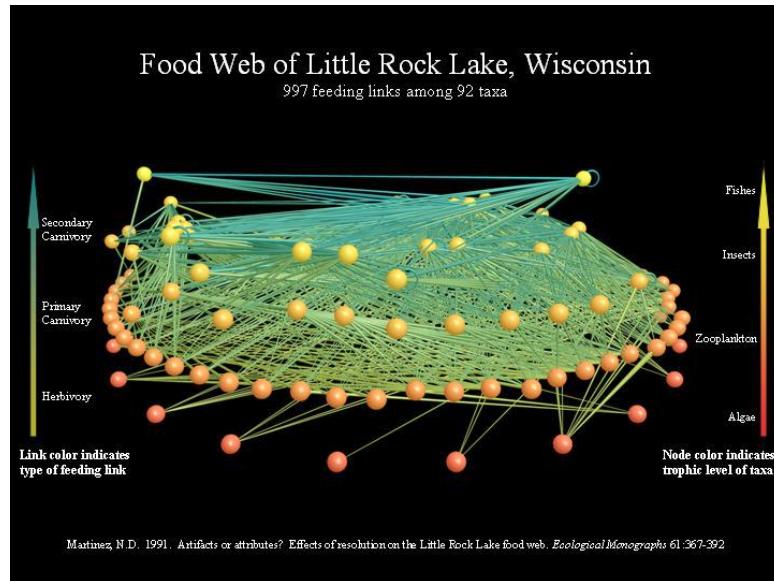
Types de réseaux

Sociaux



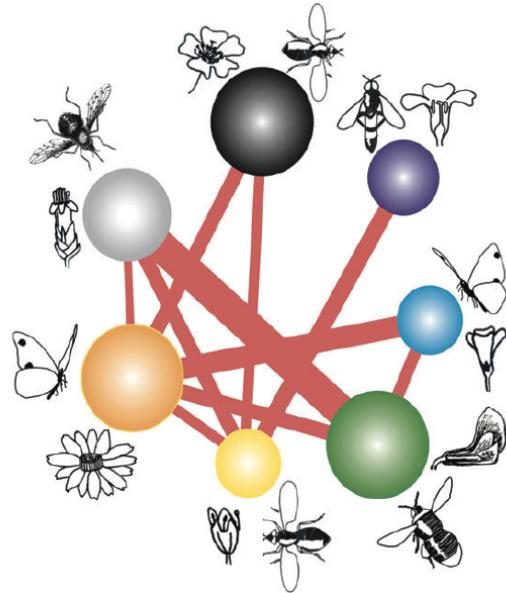
Types de réseaux

Trophiques



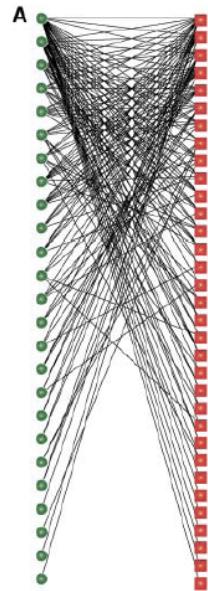
Types de réseaux

Plante-pollinisateur



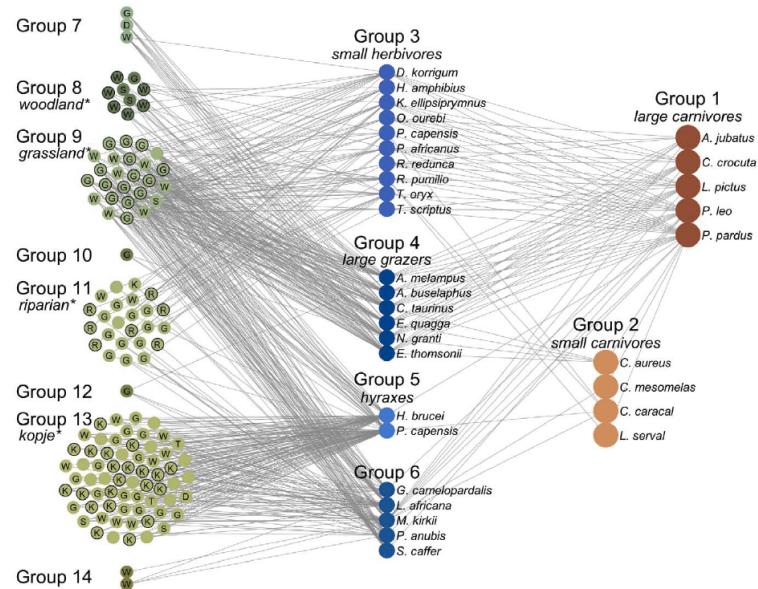
Types de réseaux

Plante-vecteur de dispersion



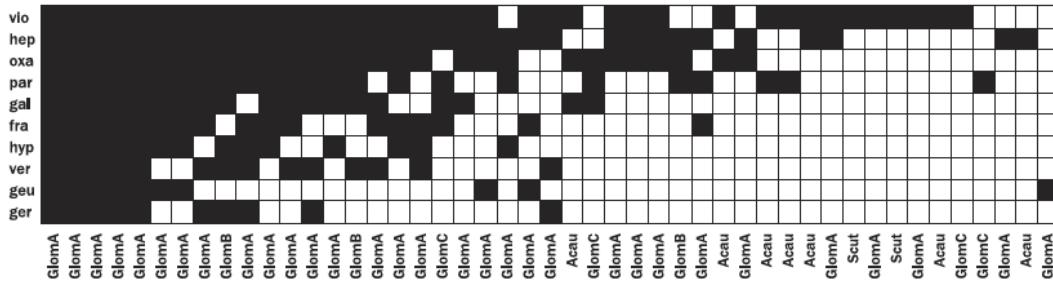
Types de réseaux

Plante-herbivore



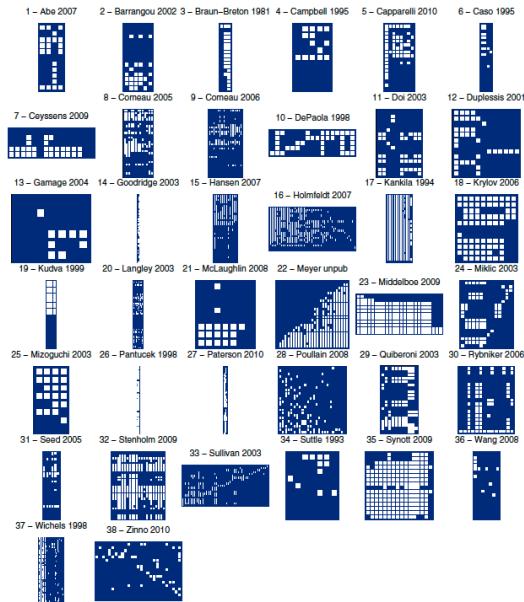
Types de réseaux

Plante-fungi



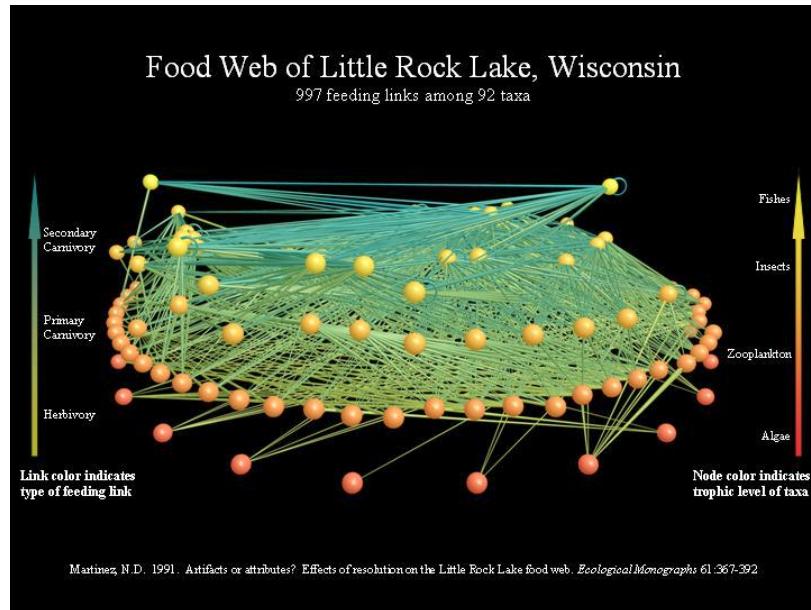
Types de réseaux

Hôte-parasite



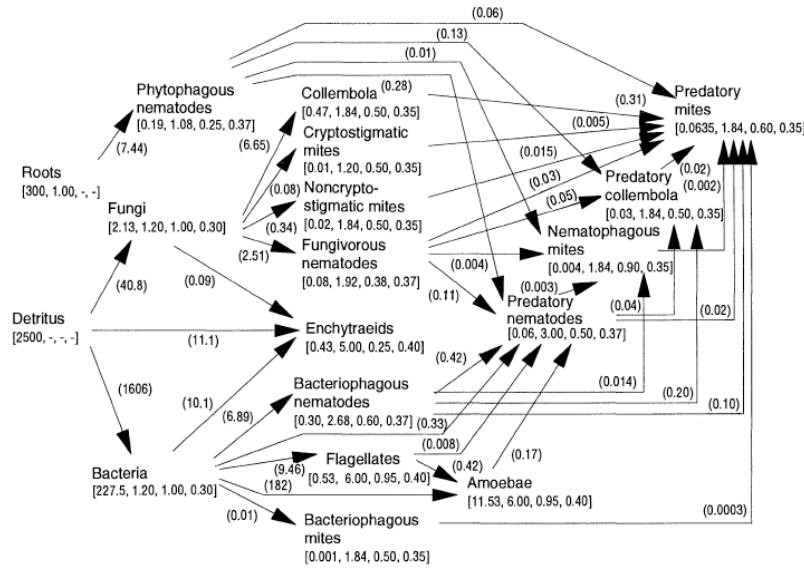
Glossaire

S, L, C



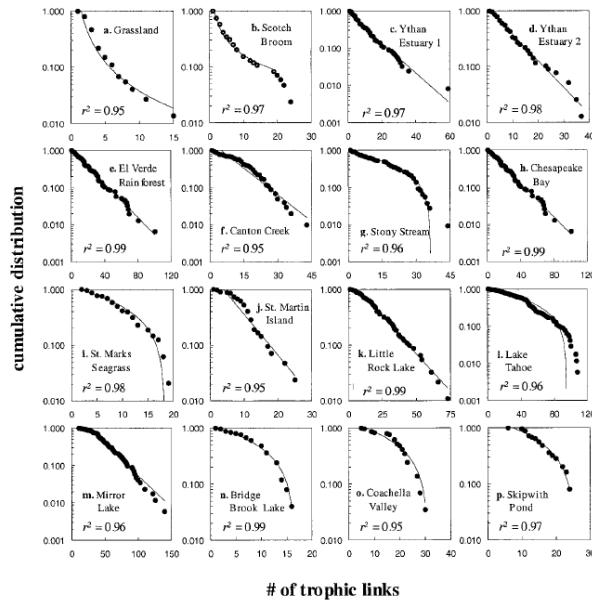
Glossaire

Rang trophique



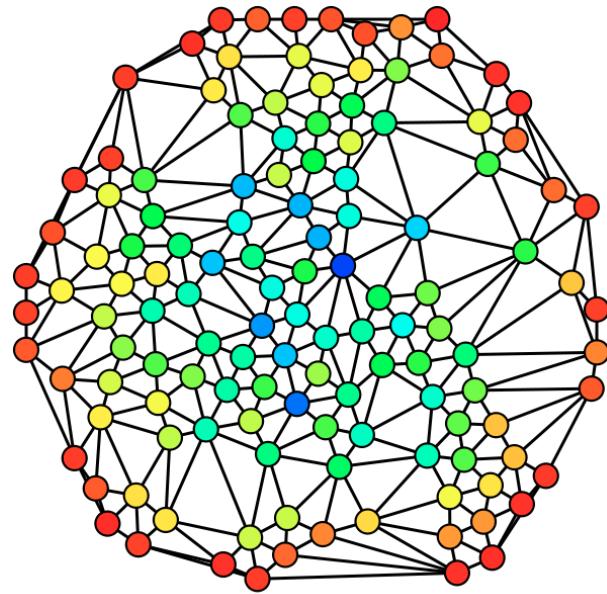
Glossaire

Distribution de degrés



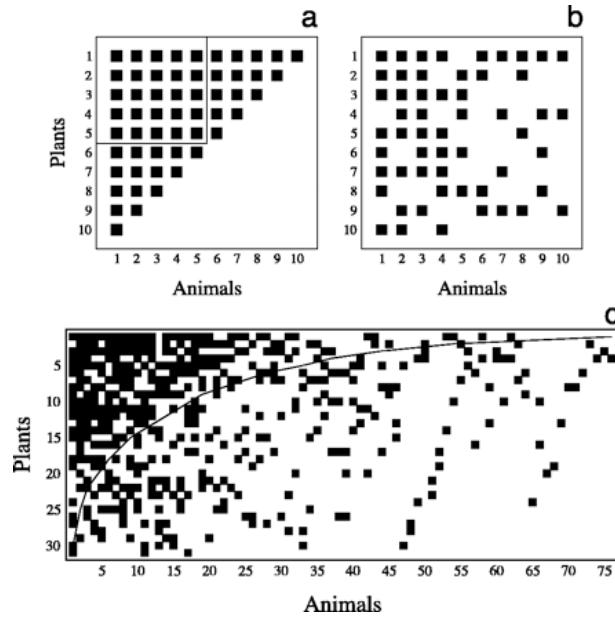
Glossaire

Centralité



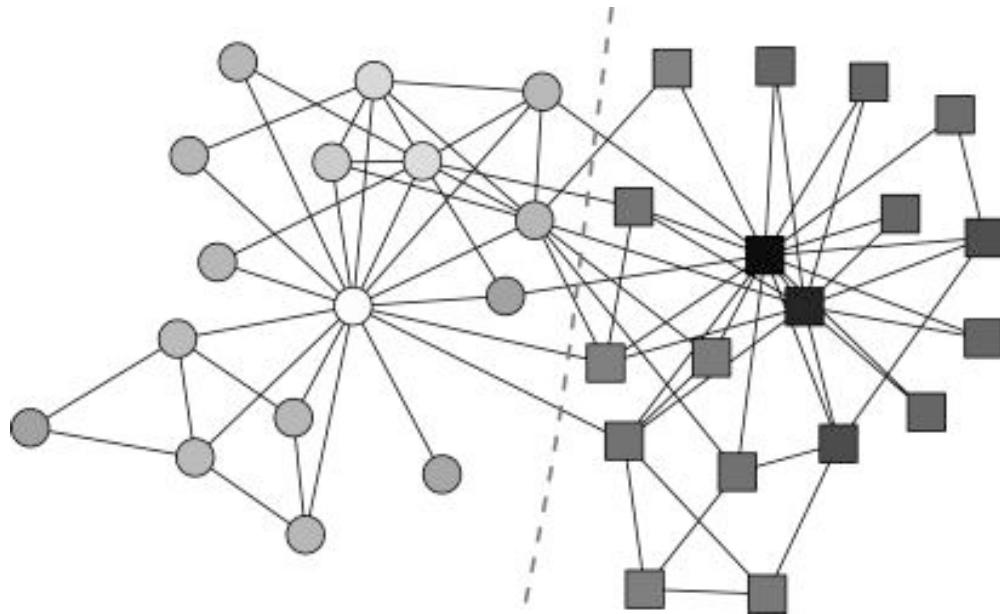
Glossaire

Nestedness



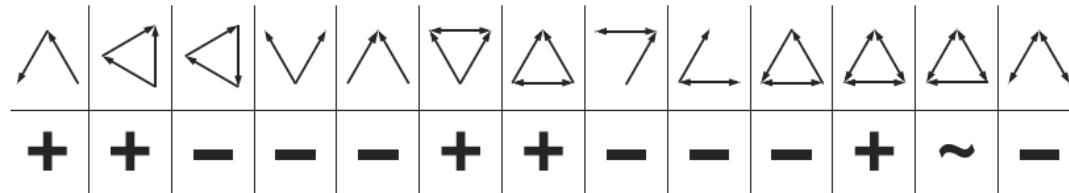
Glossaire

Modularité



Glossaire

Motifs



Glossaire

Robustesse

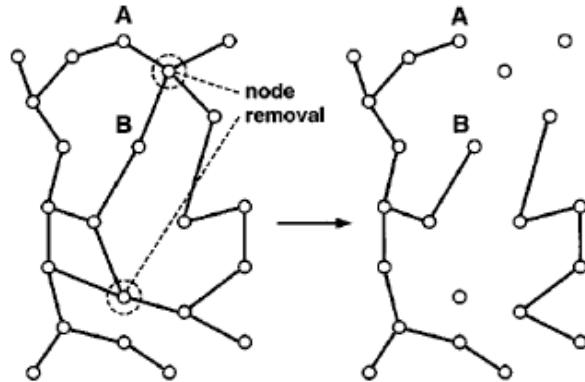
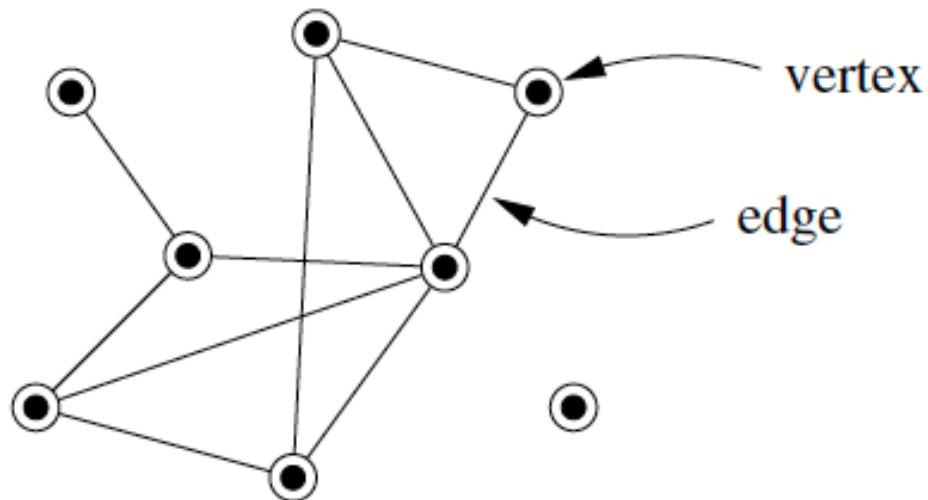


FIG. 31. Illustration of the effects of node removal on an initially connected network. In the unperturbed state the distance between nodes A and B is 2, but after two nodes are removed from the system, it increases to 6. At the same time the network breaks into five isolated clusters.

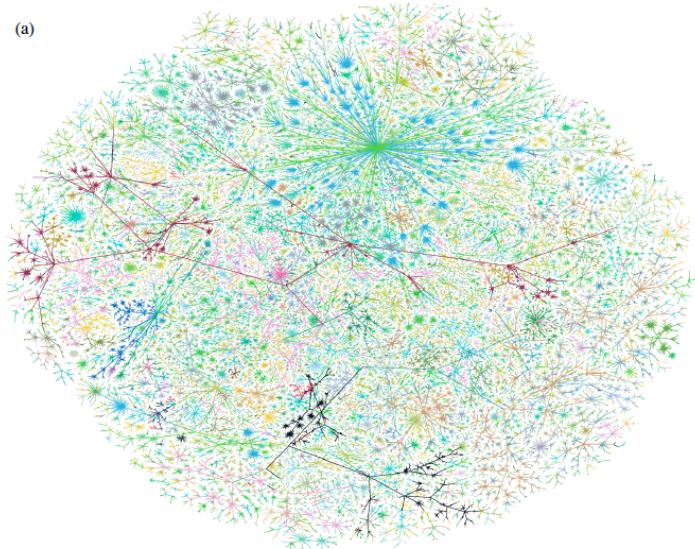
Présentation sur les réseaux écologiques

Définition



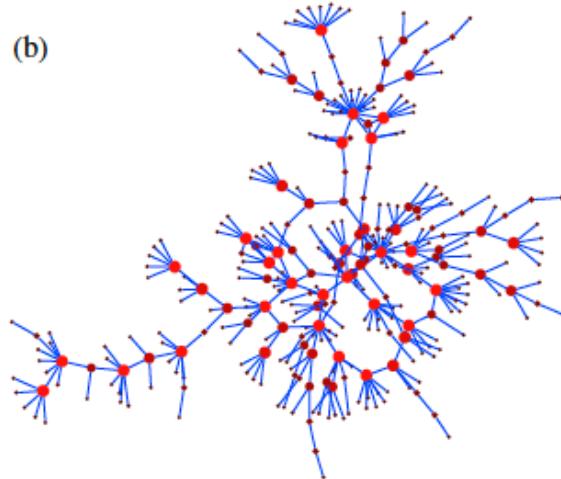
Types de réseaux

Internet



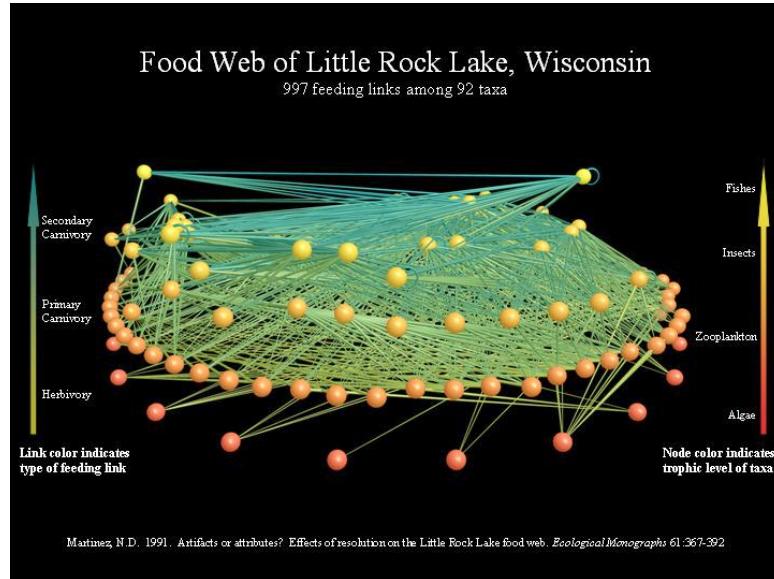
Types de réseaux

Sociaux



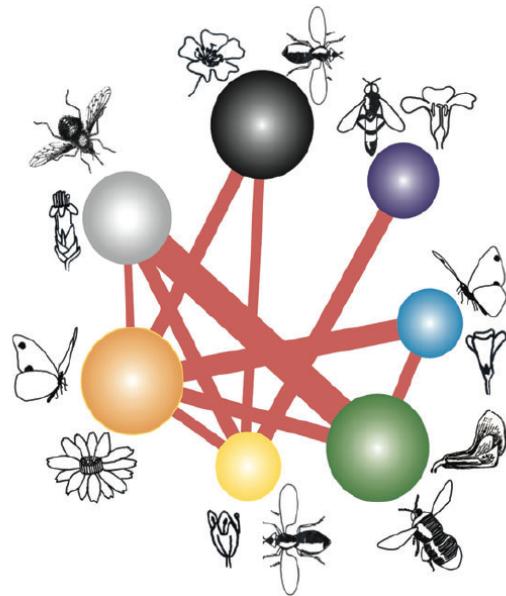
Types de réseaux

Trophiques



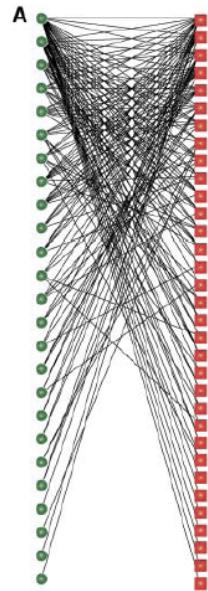
Types de réseaux

Plante-pollinisateur



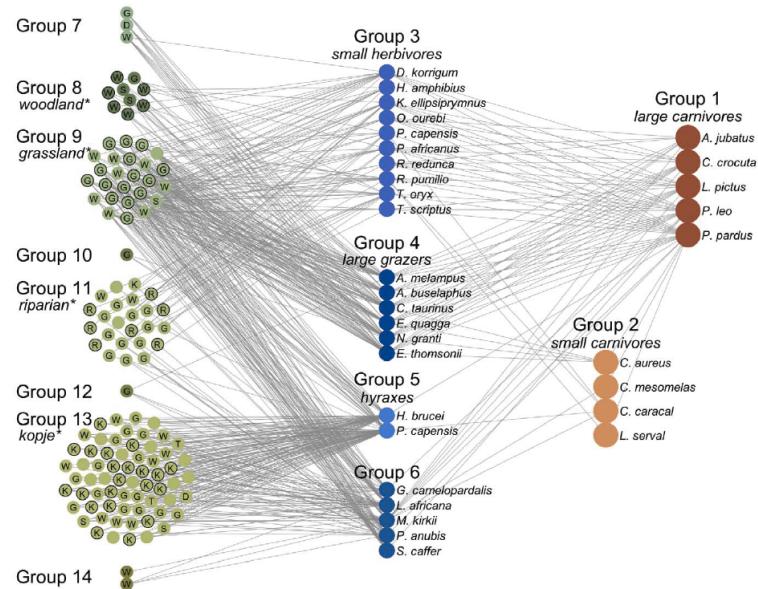
Types de réseaux

Plante-vecteur de dispersion



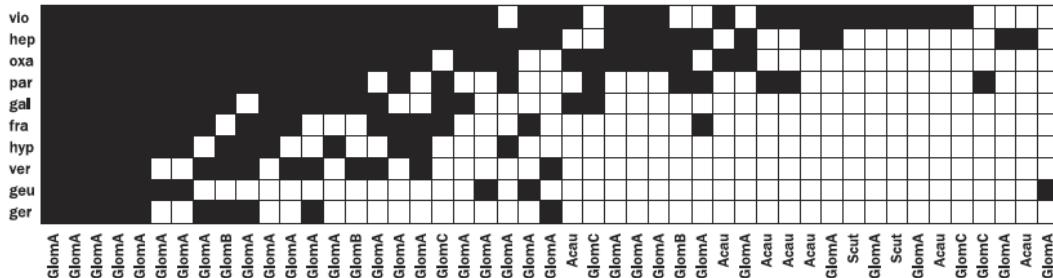
Types de réseaux

Plante-herbivore



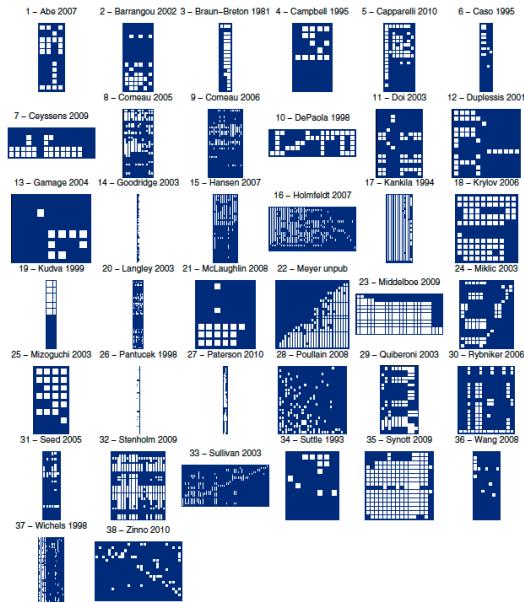
Types de réseaux

Plante-fungi



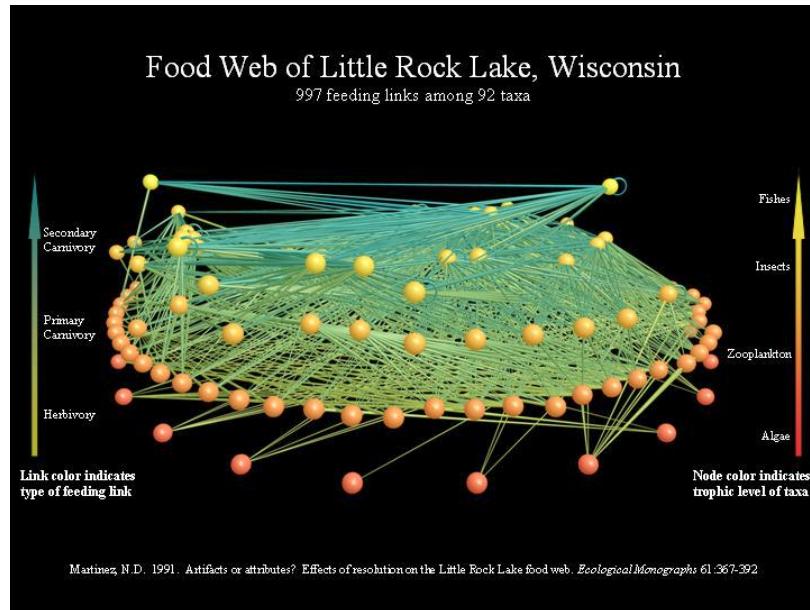
Types de réseaux

Hôte-parasite



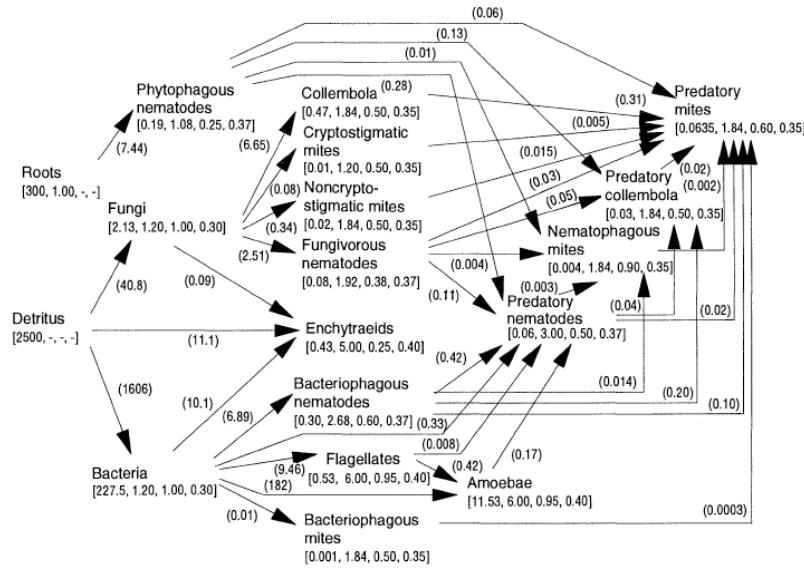
Glossaire

S, L, C



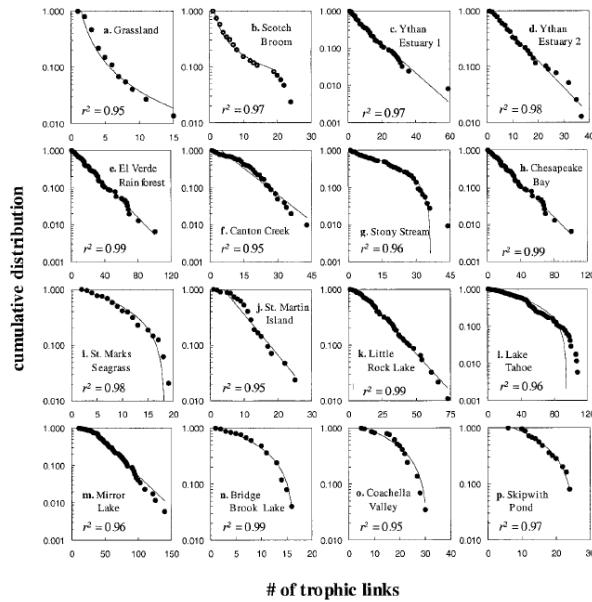
Glossaire

Rang trophique



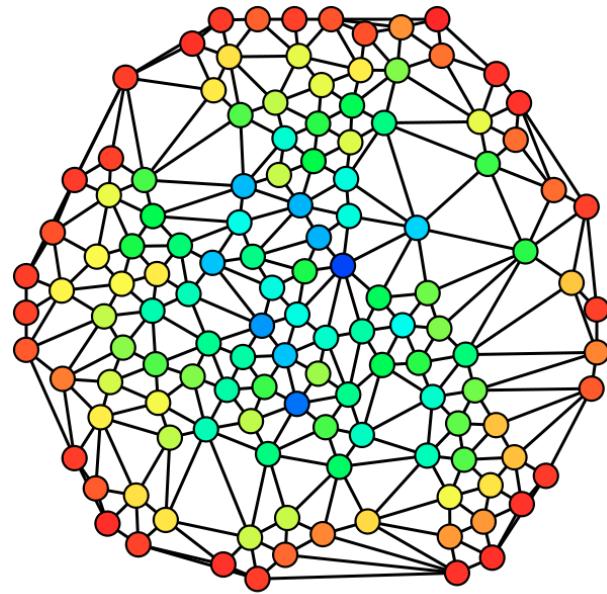
Glossaire

Distribution de degrés



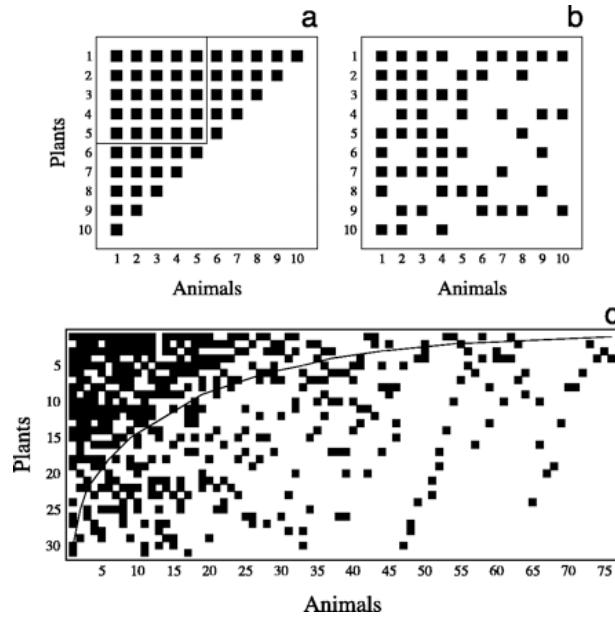
Glossaire

Centralité



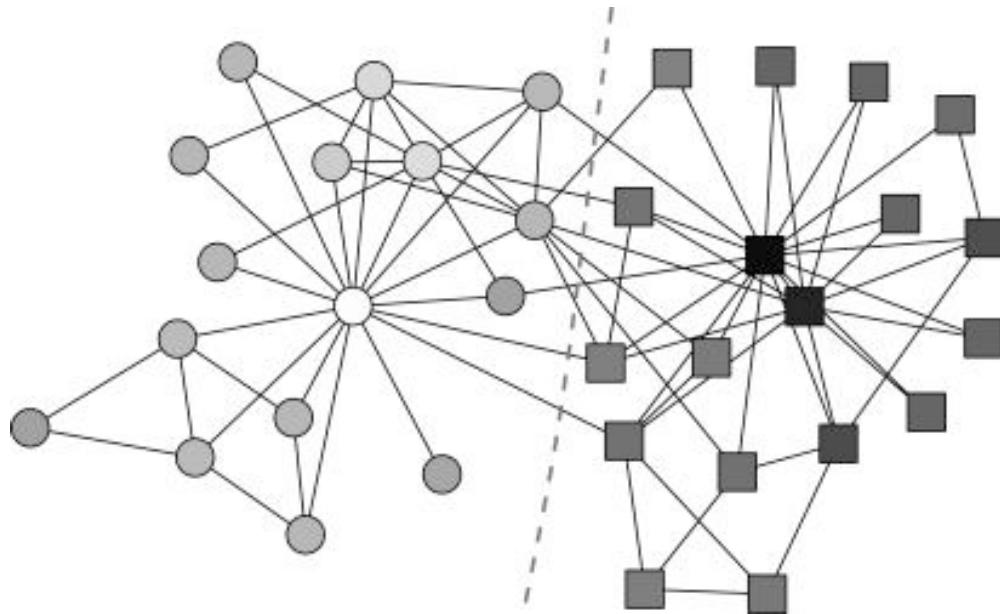
Glossaire

Nestedness



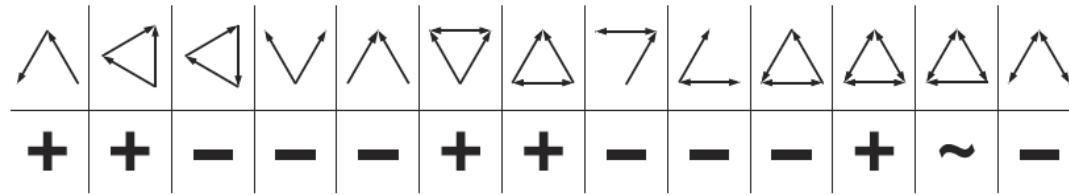
Glossaire

Modularité



Glossaire

Motifs



Glossaire

Robustesse

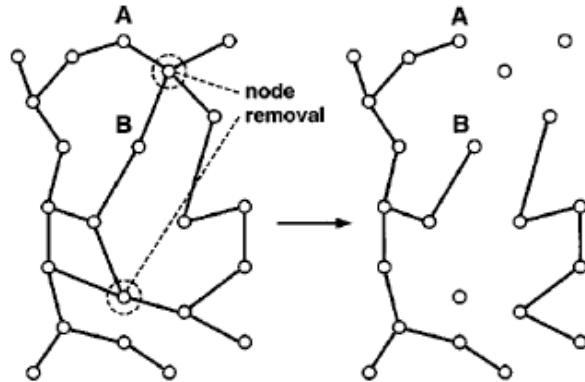


FIG. 31. Illustration of the effects of node removal on an initially connected network. In the unperturbed state the distance between nodes A and B is 2, but after two nodes are removed from the system, it increases to 6. At the same time the network breaks into five isolated clusters.