Comment optimiser l'architecture d'un réseau pour résister aux attaques ?

Matthias Goffette

Lycée La Martinière Monplaisir

Lyon, 18 Mai 2017

Motivations et objectifs

- Réseaux dans tous les domaines : informatique, biologie, sociologie
- Sécuriser les réseaux est un point primordial
  - Base de la communication entre ordinateurs
  - De plus en plus d'attaques pour récupérer les données des utilisateurs
- Objectifs du TIPE
  - Quelle architecture choisir de façon à rendre un réseau moins vulnérable ?

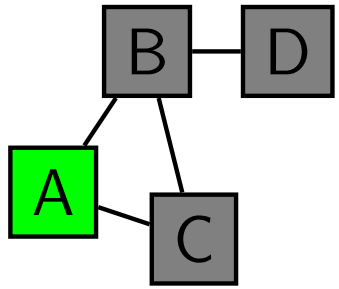
Travail réalisé

- Modélisation multi-agents d'une diffusion d'information dans deux types de réseaux
- Étudier la proportion d'informations fausses dans le réseau à l'issue de la diffusion
- Paramètres du plan d'expérience :
  - Type de réseau
  - Nombre de noeuds
  - Nombre d'arêtes par noeud

Sommaire

Principe de diffusion de l'information

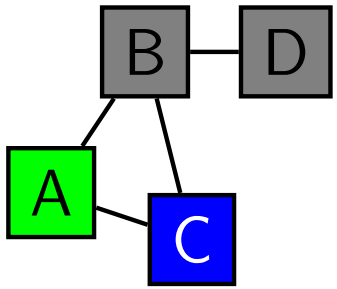
- Au départ, un nœud a une information



- Initialement, A possède une information vraie

Principe de diffusion de l'information

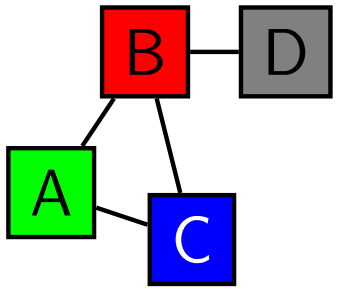
- Itérations
  - Parcours des nœuds un à un, chacun passe son information à ses voisins qui ne la possèdent pas
  - Si le voisin est *normal*, l'information passe inchangée



- Itération 1 : C reçoit l'information vraie

Principe de diffusion de l'information

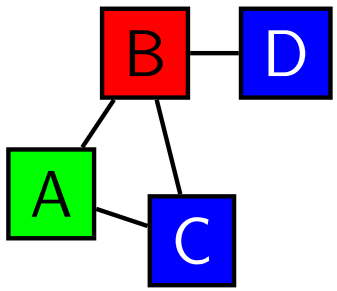
- Itérations
  - Parcours des nœuds un à un, chacun passe son information à ses voisins qui ne la possèdent pas
  - Si il est *attaquant*, l'information passe à Faux



- Itération 1 : B reçoit l'information et la modifie en faux

Principe de diffusion de l'information

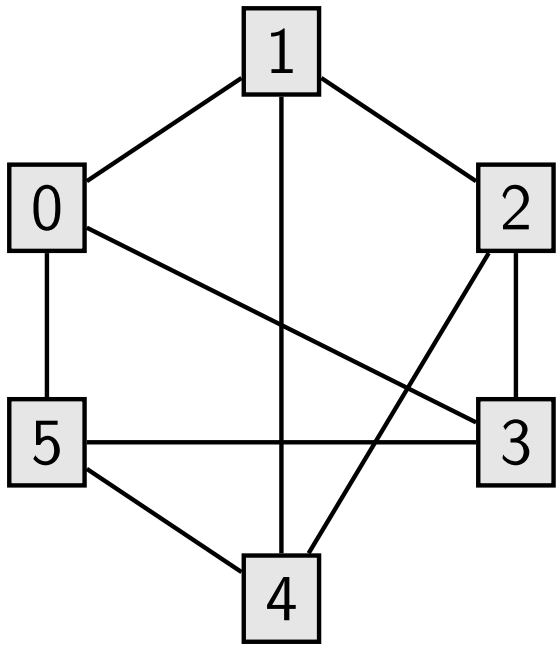
- Itérations
  - Parcours des nœuds un à un, chacun passe son information à ses voisins qui ne la possèdent pas
  - Fin lorsque tous les nœuds ont reçu une information



- Itération 2 : D reçoit l'information, fausse, en provenance de B

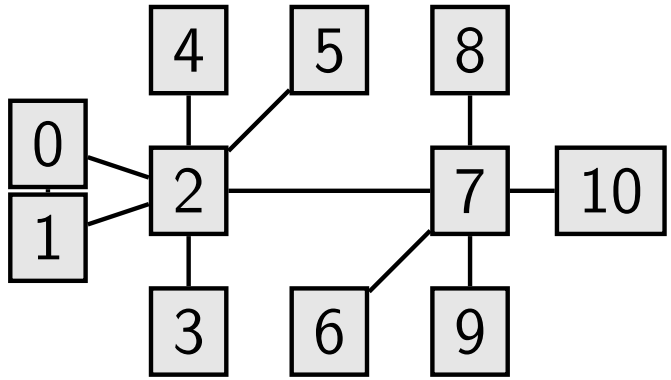
Les types de réseaux - Homogène

- *Homogène* (ou régulier) : tous les nœuds ont le même degré
- Nous n'étudierons que des réseaux connexes



Les types de réseaux - Réseau invariant d'échelle

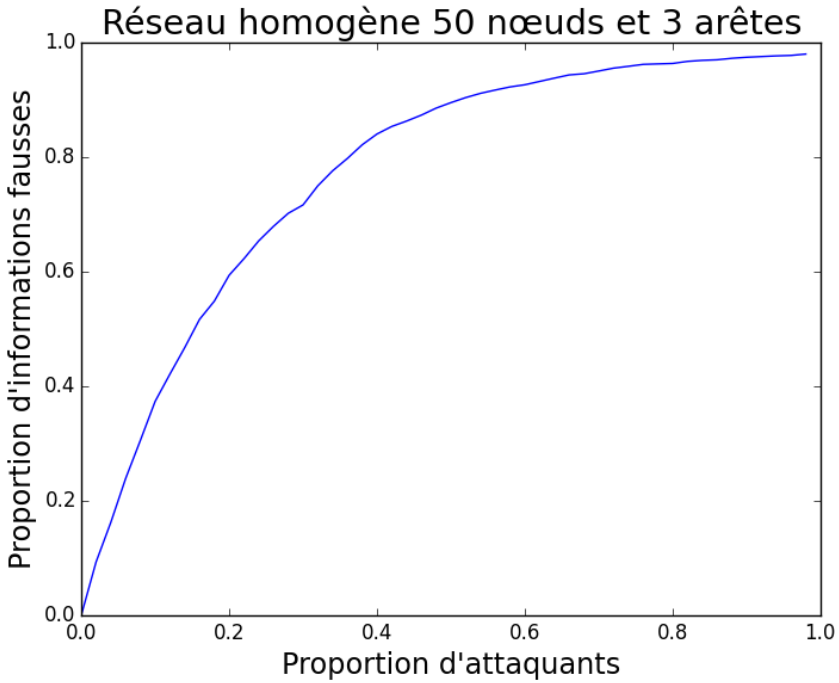
- *Scale-free*, ou invariant d'échelle
  - La probabilité qu'un noeud ait k voisins est $\alpha k^{-\gamma}$
  - Le réseau Internet est de ce type.
- Nous utiliserons l'algorithme de Barabási-Albert, pour lequel $\gamma = 3$ et $\alpha \approx 0.83$.

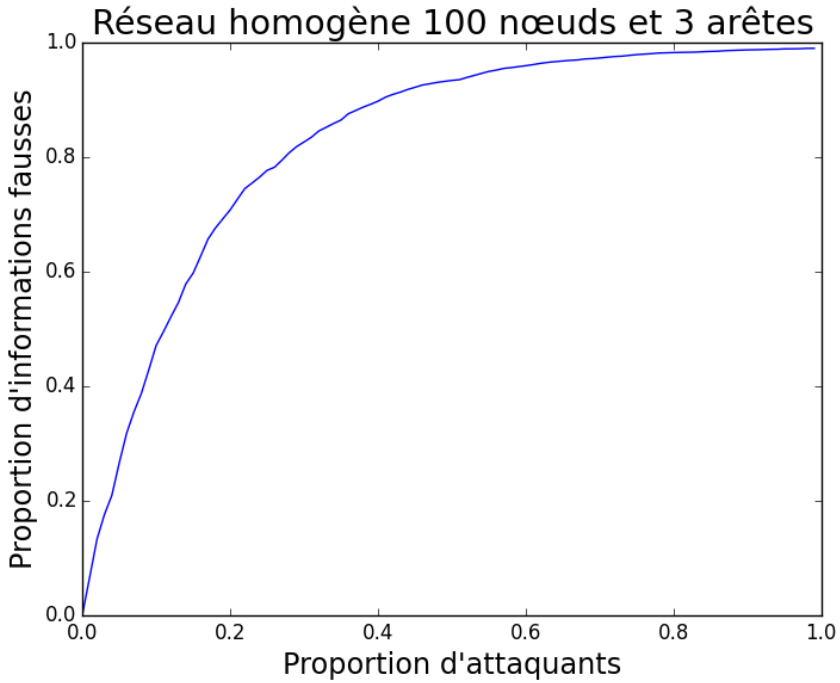


Plan d'expérience

- Pour chaque jeu de paramètres, on effectue k simulations
- Une simulation consiste en
  - Génération d'un réseau
    - Variation du nombre d'attaquants n
    - Diffusion de l'information pour chaque valeur de n
  - Résultat de la simulation : proportion d'informations fausses en fonction du nombre d'attaquants

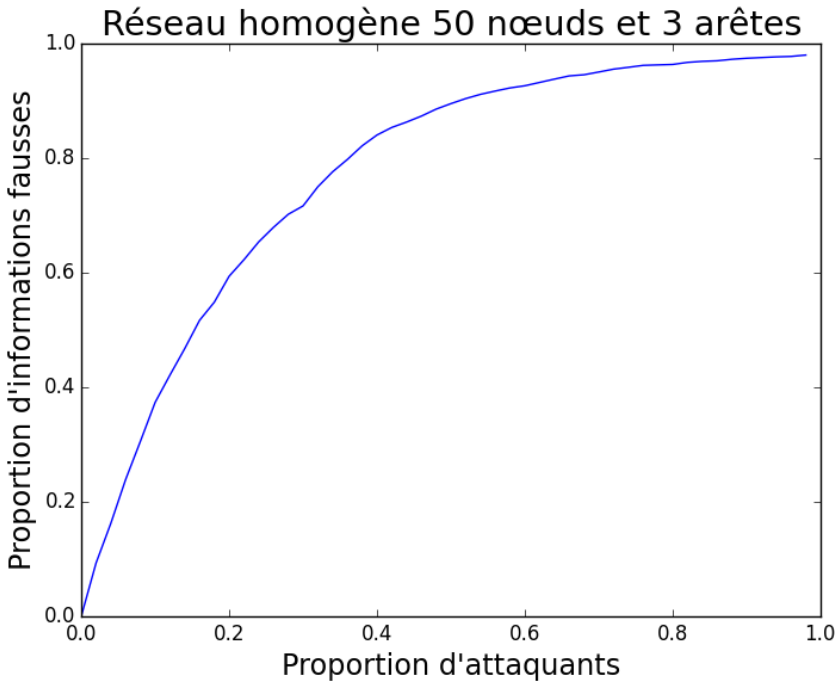
Variation du nombre de nœuds : 50 et 100 noeuds

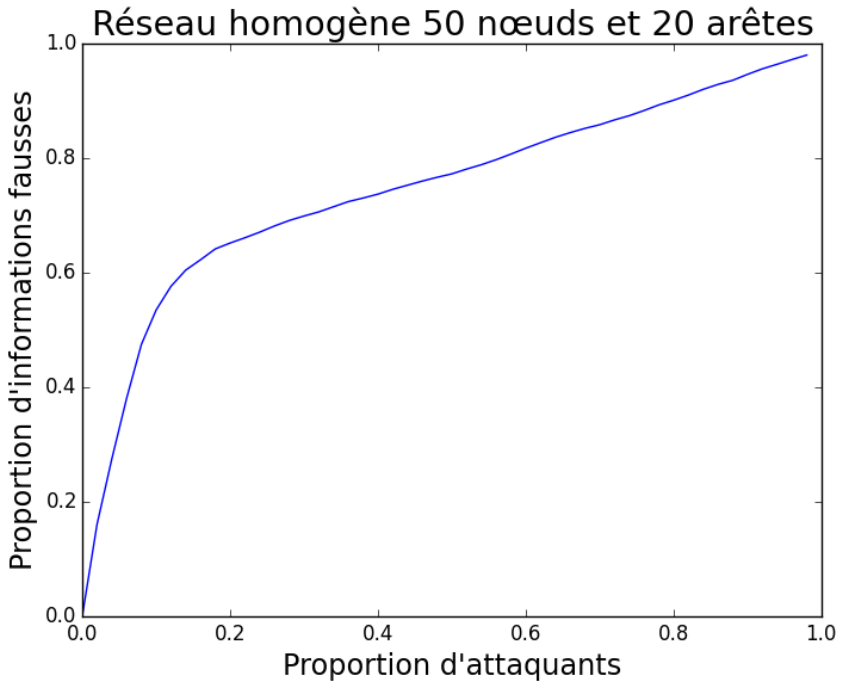




- Part d'informations fausses selon le nombre d'attaquants
- Croissant, mais la courbe est concave : plus il y a d'attaquants, et moins l'action d'en ajouter un nouveau a un effet important

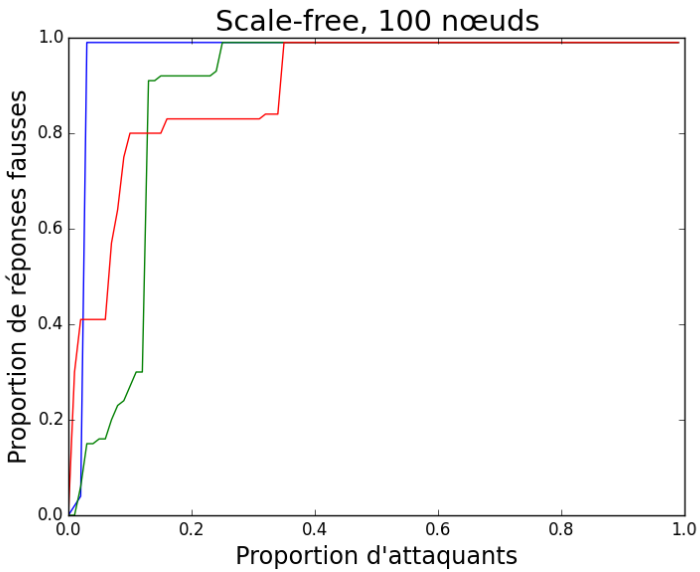
Variation du nombre d'arêtes par nœud

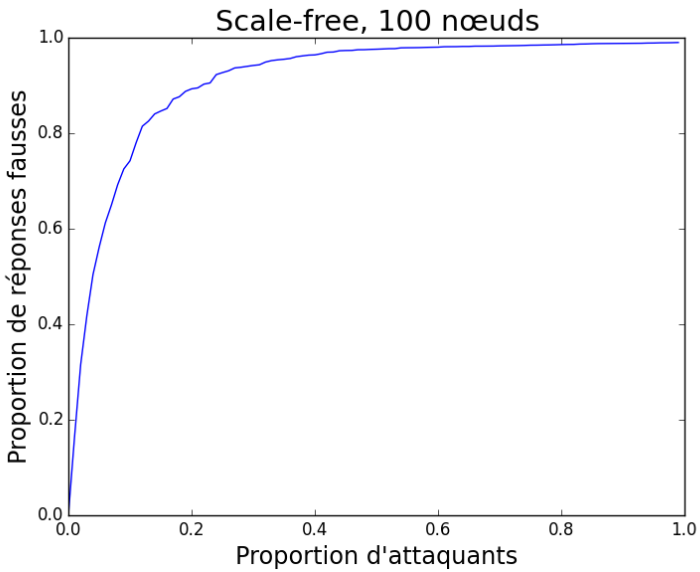




- Courbe se divise en deux parties, la seconde affine
- A l'arrivée sur la partie affine, les seuls nœuds ayant des informations vraies sont voisins de l'émetteur

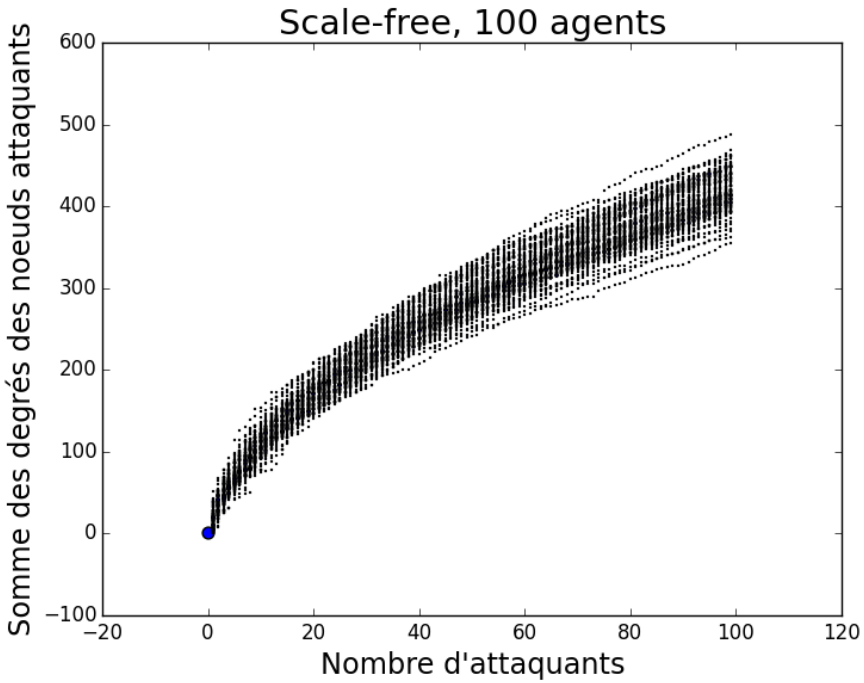
Sur un réseau invariant d'échelle





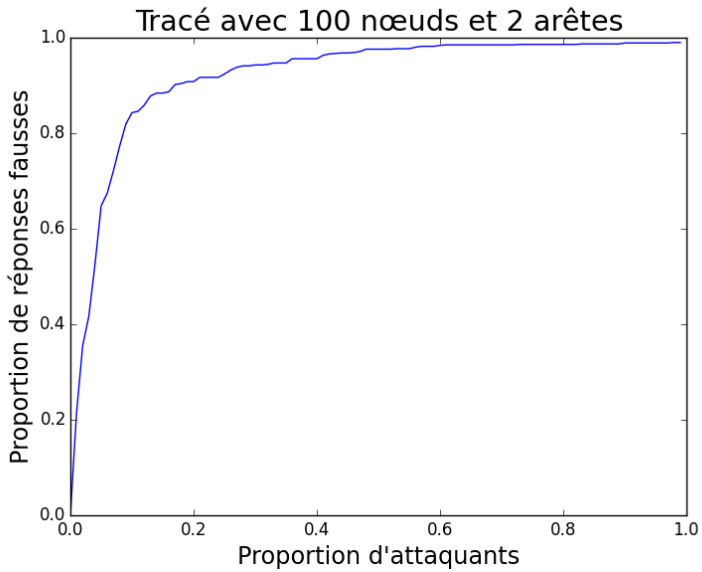
- Présence de paliers : noeuds ayant une forte connectivité deviennent attaquants
- Assez rapidement, la quasi-totalité du réseau reçoit des informations fausses

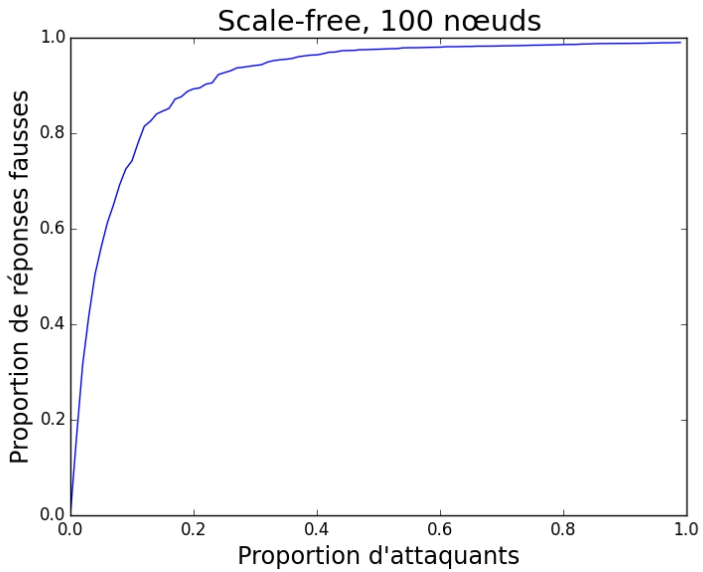
Sur un réseau invariant d'échelle



- Pour un même nombre de degrés attaquants, le nombre d'attaquants peut varier beaucoup (pour somme de degrés 300, entre 40 et 80 attaquants)

Scale-free et homogène





- Le degré moyen d'un nœud pour un réseau invariant d'échelle est 2.
- A degré moyen égal, le réseau invariant d'échelle semble légèrement plus sûr

Conclusion

- Résultats
  - Courbes non linéaires, croissantes
  - Pour les graphes homogènes, division en deux parties, l'une affine
  - Réseaux invariants d'échelle : présence de paliers
- En pratique
  - Réseau homogène difficile à mettre en place
  - Dans le réseau scale-free, on a supposé que les noeuds ayant une forte connectivité ont la même probabilité d'être attaquants que les autres. Or en pratique, ce sont souvent des noeuds plus sécurisés.