



Le plafond de verre expliqué par les mathématiques

Ce texte est issu d'un entretien mené par Alice Jacquet avec Claire Mathieu pour la Fondation Sciences Mathématiques de Paris (FSMP) disponible sur le site web de la Fondation¹.

• A. JACQUET

Il y a quelque temps, en janvier 2015, paraissait un article de recherche au titre pour le moins intrigant : « Homophily and the Glass Ceiling Effect in Social Networks ». Pourquoi donc des informaticiens publiaient-ils une étude sur le phénomène sociologique du plafond de verre ? Quel était le rapport avec leur discipline ? Et quels outils informatiques et mathématiques se cachaient-ils derrière ? Pour trouver des réponses, la FSMP a rencontré Claire Mathieu, directrice de recherches au Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et professeur attaché à l'ENS-Département d'Informatique, l'un des coauteurs de l'article en question².

FIGURE 1 – Claire Mathieu, directrice de recherches au CNRS et professeur attaché à l'ENS



Tout a commencé lorsque Zvi Lotker, l'un des informaticiens associés à cette recherche, s'est in-

téressé au réseau Digital Bibliography & Library Project (DBLP). Un réseau bien particulier, puisqu'il s'agit ni plus ni moins de la base de données recensant toutes les publications de la communauté informatique. Plusieurs centaines de milliers d'auteurs y sont répertoriés, sur une période couvrant plus de trente ans. Parmi eux, 79% d'hommes. Un pourcentage qui augmente encore lorsqu'on s'intéresse aux auteurs les plus influents : ainsi, plus un chercheur est reconnu, ce qui est évalué par son nombre de coauteurs notamment, plus il y a de chances pour que ce soit un homme. Ce phénomène sociologique est couramment appelé plafond de verre : la barrière invisible mais infranchissable qui empêche les minorités et les femmes d'accéder à des fonctions plus élevées dans le monde professionnel, en dépit de leurs qualifications.

Zvi Lotker s'est attaché à l'aspect mathématique de ce phénomène. Il s'est demandé quelles conditions devaient être réunies au sein d'un réseau social pour qu'un plafond de verre émerge. Dans le but de déterminer ces conditions, il a proposé à plusieurs collègues, parmi lesquels Claire Mathieu, de s'associer à sa recherche. Ensemble, ils ont alors choisi l'approche suivante : formuler plusieurs hypothèses, d'après les observations qu'ils pouvaient faire sur le réseau DBLP, puis créer de toutes pièces un réseau social à partir de ces hypothèses. Leur objectif : trouver les hypothèses qui permettent de créer un réseau social où le phénomène du plafond de verre s'observe.

Forts de cette démarche, les chercheurs impli-

1. <http://www.sciencesmaths-paris.fr/fr/le-plafond-de-verre-explique-par-les-mathematiques-730.htm>

2. « Homophily and the Glass Ceiling Effect in Social Networks » (Chen Avin, Barbara Keller, Zvi Lotker, Claire Mathieu, David Peleg, Yvonne Anne Pignolet), Proceedings of the 2015 Conference on Innovations in Theoretical Computer Science, ITCS 2015, 2015. L'article est disponible à l'adresse suivante : <http://www.sciencesmaths-paris.fr/upload/Contenu/Notes>

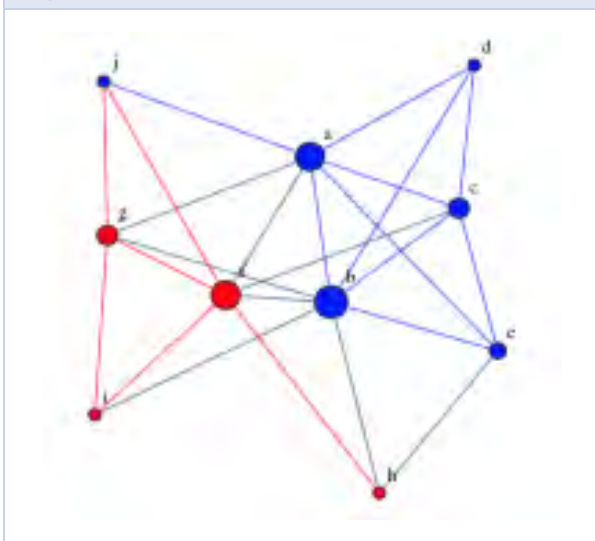
qués dans ce travail se sont alors concertés pour poser trois hypothèses de départ, sous lesquelles construire leur propre réseau social. La première des hypothèses qu'ils ont ainsi définies, c'est qu'il y ait plus d'hommes que de femmes dans leur réseau. La deuxième hypothèse a consisté à créer leur réseau de telle sorte que plus une personne y acquiert de la visibilité, plus cette visibilité grandit. Il s'agit là en réalité d'un phénomène bien connu des sociologues, appelé « the rich get richer mechanism ». La troisième hypothèse, enfin, a été de construire un réseau au sein duquel les femmes s'associent plus avec les femmes et les hommes avec les hommes – c'est le concept d'homophilie.

Ces hypothèses définies, les chercheurs ont alors édifié leur réseau social, sous forme de graphe. Ils ont modélisé chaque femme par un nœud rose et chaque homme par un nœud bleu, et indiqué si deux personnes sont liées dans leur réseau par une arête entre deux nœuds. Pour chaque nouveau nœud du réseau, ils ont considéré que celui-ci avait plus de chances :

- d'être bleu que rose (première hypothèse) ;
- d'être relié à un nœud très connecté qu'à un nœud moins connecté (deuxième hypothèse) ;
- d'être relié à un nœud de la même couleur (troisième hypothèse).

Le graphe de leur réseau a ainsi pris forme, certains nœuds étant davantage connectés que d'autres. Or dans un graphe, plus un nœud est relié à d'autres, plus on dit que son degré augmente.

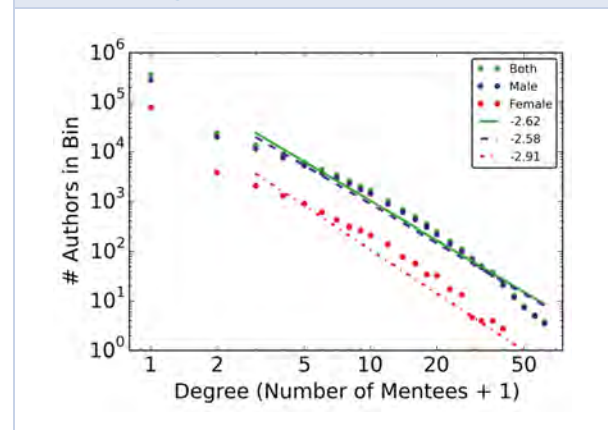
FIGURE 2 – Réseau social sous forme de graphe.



Les chercheurs ont alors observé que plus le degré d'un nœud était élevé, plus il y avait de chances pour que celui-ci soit bleu. En d'autres termes, ils ont noté l'apparition d'un plafond de verre au sein de leur réseau. La même démarche, réalisée en enlevant successivement l'une des trois hypothèses de départ, n'a pas permis d'observer ce phénomène. Ces trois hypothèses de départ se sont donc avérées nécessaires à l'apparition d'un plafond de verre.

À ce stade de leur recherche, Claire Mathieu et les autres auteurs de l'article étaient donc parvenus à définir trois conditions sous lesquelles le phénomène du plafond de verre s'observe dans un réseau social : un déséquilibre hommes/femmes au détriment de ces dernières, « the rich get richer mechanism » et le concept d'homophilie. S'est alors posée la question de savoir si ces conditions étaient réalistes, c'est-à-dire si le réseau social qu'ils avaient créé pouvait soutenir la comparaison avec un réseau social existant. Ils ont alors représenté le réseau DBLP à l'aide, là encore, de nœuds roses (pour les chercheuses) et bleus (chercheurs), deux coauteurs ainsi représentés étant reliés par une arête. De façon saisissante, le graphe obtenu à partir des données de DBLP s'est révélé fortement semblable au graphe construit artificiellement avec les trois conditions d'apparition du plafond de verre.

FIGURE 3 – Ressemblance entre le graphe DBLP et le graphe artificiel.



Au bout de cette recherche, ce sont donc trois conditions, clairement définies et qui plus est réalistes, que les auteurs ont avancées pour expliquer l'apparition du plafond de verre dans les réseaux sociaux. Toutefois, il resterait encore à déterminer si ces conditions sont les plus pertinentes. D'après Claire Mathieu, il serait en effet intéressant de faire appel à des sociologues afin d'affiner ces trois condi-

tions ou d'en trouver de nouvelles.

D'autres outils informatiques et mathématiques pourraient également être mobilisés pour approfon-

dir leur travail : des outils de l'apprentissage, des statistiques et des probabilités par exemple. Une recherche à suivre...



Alice JACQUET

Fédération des Sciences Mathématiques de Paris

Alice Jacquet est titulaire du master Histoire et Philosophie des Sciences de l'université Paris Diderot-Paris 7. Elle a travaillé au sein de l'association MATH.EN.JEANS puis comme chargée de communication à la FSMF. Elle est actuellement étudiante en master de mathématiques à l'UPMC.

Claire Mathieu est directrice de recherches au CNRS et professeur associé à l'ENS. Sa recherche relève de l'algorithmique et porte, entre autres choses, sur les algorithmes d'approximation pour les graphes planaires et pour les problèmes euclidiens, et sur les modèles probabilistes pour les réseaux sociaux.

Union des Professeurs de Spéciales
Société Mathématique de France
Société Française de Physique
Institut Henri Poincaré



**une question,
un chercheur**

Claire Mathieu



**Le plafond de
verre dans les
réseaux sociaux**

Conférence
ouverte
en particulier
aux élèves
de classes
préparatoires
et aux étudiants

**12 mai 2016
19h30**

Université Paris 7
Amphithéâtre Buffon
15 rue Hélène Brion 75013 Paris
Inscription gratuite obligatoire :
<http://smf.emath.fr/inscription-conference-mathieu-2>

