

ALAIN DEGENNE

**Quelques modèles en analyse des réseaux sociaux.
Présentation du numéro**

Mathématiques et sciences humaines, tome 137 (1997), p. 5-9

http://www.numdam.org/item?id=MSH_1997__137__5_0

© Centre d'analyse et de mathématiques sociales de l'EHESS, 1997, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Mathématiques et sciences humaines » (<http://msh.revues.org/>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

QUELQUES MODÈLES EN ANALYSE DES RÉSEAUX SOCIAUX

PRÉSENTATION DU NUMÉRO

Alain DEGENNE¹

L'analyse des réseaux sociaux est l'un des domaines des sciences sociales les plus proches des mathématiques en ce sens qu'il utilise des mathématiques et qu'il suscite des travaux de la part de mathématiciens ou de statisticiens.

L'état actuel de la discipline dérive de deux grandes traditions : la sociométrie (Moreno, 1943) et plus généralement la psychologie sociale (Flament, 1963,1965), d'une part et l'ethnologie de la parenté d'autre part (Guilbaud, 1970, Levi Strauss, 1943, White, 1963). Cette double origine a laissé des traces profondes dans la manière dont les concepts se sont développés. La notion de clique ainsi que celles qui s'en rapprochent et qui visent à définir des sous-groupes sur une base de cohésion, viennent du courant sociométrique. La notion d'équivalence structurale (deux individus sont équivalents s'ils sont en relation avec les mêmes autres) est plutôt dans la ligne des travaux sur la parenté.

Paradoxalement, les notions développées dans le cadre de la théorie des graphes par les mathématiciens, n'ont pas séduit les sociologues. Si l'on prend comme référence l'ouvrage de Faust et Wasserman (1994), qui constitue une sorte d'encyclopédie des outils formels utilisés en analyse des réseaux sociaux, on n'y trouve aucune référence à des notions dotées de propriétés algébriques fortes. Pour représenter les relations sociales, on utilise des notions très proches de l'intuition et souvent des indicateurs statistiques. Malgré cela, on observe depuis peu certains infléchissements dans les préoccupations des chercheurs. Les problèmes posés par les sociologues se complexifient et ouvrent des questions nouvelles.

Les six articles que nous publions ici traduisent bien cette évolution et montrent des tentatives pour construire des réponses appropriées.

Considérons un graphe quelconque, par exemple le graphe des citations entre auteurs dans des articles scientifiques. Il permet de mettre en évidence des rôles et des positions. Les notables se citent entre eux et sont cités par les autres mais ils ignorent ces derniers. Les débutants ne se citent pas entre eux mais ils citent ceux qui sont plus connus (White, Boorman, Breiger, 1976). On ne dispose pas actuellement d'outils appropriés pour introduire dans l'analyse de la structure des citations les caractéristiques des auteurs (l'âge, le nombre de publications, les diplômes, les universités où ils enseignent etc.) ou les caractéristiques de la relation (les citations sont elles nombreuses, de quand date la première etc.). Il s'agit-là d'un problème général. Lorsqu'il s'agit d'étudier la stratification sociale à partir par exemple de relations de dépendance en termes d'autorité, il est clair que les positions dans la hiérarchie

¹ LASMAS - Institut du longitudinal - CNRS.

sociale se marquent par des caractéristiques individuelles. Les diplômés sont des moyens d'acquérir une position mais ce ne sont pas les seuls et l'expérience permet d'acquérir d'autres signes distinctifs dotés d'une certaine efficacité.

En général on travaille en deux temps : on analyse les interrelations et l'on utilise les informations dont on dispose sur les individus ou sur les relations pour interpréter la structure. Pour représenter ce type de problème, Ove Frank propose d'utiliser les multigraphes colorés c'est à dire des multigraphes dont les sommets et les arêtes peuvent prendre un nombre fini de valeurs. Il examine ici plusieurs modèles simples de génération aléatoire de tels objets. C'est un premier pas, mais c'est le type de travail théorique directement inspiré par des questions concrètes, sur lequel on peut fonder de sérieux espoirs.

Trouver des lignes de fracture dans un graphe est une préoccupation constante des analystes et la méthode proposée par T.A.B. Sniijders et Marinus Spreen complète les outils disponibles dans ce domaine, mais cet article est intéressant à un autre titre. On distingue en général ce qu'on appelle les réseaux complets et les réseaux personnels. Un réseau complet se construit sur une population limitée, pour une relation donnée. Entre deux individus de cette population, on sait quelle est la nature ou la valeur de la relation étudiée. Un réseau complet est représentable par un graphe ou un multigraphe, simple ou coloré ou valué. La plupart des notions et des techniques qui constituent le corps de l'analyse des réseaux concernent les réseaux complets. Les réseaux personnels relèvent d'une tout autre logique. Dans l'enquête " contacts entre les personnes " de l'INSEE (Héran, 1987, 1988) par exemple, on enregistre toutes les personnes avec lesquelles la personne interrogée entre en contact pendant sept jours, on note différentes caractéristiques de ces interlocuteurs et la nature de l'interaction avec l'enquêté. Dans ce cas l'échantillon est constitué par sondage aléatoire sur la population française et la probabilité pour que deux personnes de l'échantillon soient en contact peut être considérée comme nulle. On ne dispose donc pour chaque individu que de la liste de ses contacts. Mais on peut envisager des enquêtes plus riches. L'expérience montre que l'on peut obtenir de l'enquêté qu'il dise, pour ses relations proches, quelles sont celles qui se connaissent et se rencontrent en dehors de lui. Ceci permet d'avoir une information sur la densité de son réseau de relations. Il est possible aussi de compléter l'information sur les liens binaires par un questionnement sur les cercles auxquels appartient l'enquêté et la composition de ces cercles.

Ici Tom Sniijders et Marinus Spreen proposent une méthode d'enquête qui consiste à interroger un sous-ensemble des contacts de la personne interrogée. C'est une généralisation de la stratégie du cheminement au hasard (random walk strategie) proposée par Alden Klovdahl (1986,1989). Dans cette méthode, on interroge une personne sur ses relations et l'on enregistre par exemple les numéros de téléphone de celles-ci. On enregistre également toutes les informations utiles sur les partenaires de l'enquêté et sur la nature des relations qui les lient. On tire alors au hasard dans cette liste une personne que l'on va interroger suivant le même protocole. On obtient ainsi une chaîne de relations avec, pour chaque individu constituant un sommet de cette chaîne, l'ensemble de ses relations.

Une expérience tentée en France (Klovdahl, Ferrand, Mounier, 1994) montre que cette procédure se heurte dans notre pays à beaucoup de réticence, mais il semble qu'elle donne de meilleurs résultats en Californie. Quoiqu'il en soit des difficultés de mise en oeuvre, il est actuellement difficile de savoir ce que représente réellement l'information ainsi obtenue. Les travaux de Tom Sniijders qui portent d'une manière générale sur les procédures de sondage par boule de neige et en particulier le présent article, vont dans le sens d'une meilleure compréhension et d'une meilleure maîtrise de ces outils.

Il faut aussi remarquer que lorsqu'on s'intéresse à comprendre les déterminants des actions individuelles et que l'on fait entrer dans ces déterminants, non pas seulement la profession ou la classe sociale d'origine mais aussi l'environnement que s'est construit la personne et la structure de son réseau personnel, tous ces travaux deviennent très importants. La réflexion autour de la notion de capital social, très en vogue actuellement (Burt,1995), dépend des progrès des procédures d'enquête, d'une part, et de la maîtrise de la représentativité des sondages du type boule de neige d'autre part.

Les trois articles de Hummel et Sodeur, Evelien Zeggelink, et de Snijders, Stokman et Zeggelink concernent les aspects dynamiques des réseaux sociaux.

Hans Hummel et Wolfgang Sodeur travaillent depuis de nombreuses années sur la représentation des données relationnelles de manière à les traiter par des méthodes statistiques standard. Ici ils construisent une procédure pour tester des hypothèses sur la génération des réseaux affinitaires. La question a depuis longtemps préoccupé les psychosociologues et les sociologues. Les travaux sur l'équilibre dans les réseaux sociométriques sont bien connus mais ils concernent en général la structure tout entière. Flament (1979), s'était cependant intéressé aux minimum de changements nécessaires pour rendre un graphe équilibré. Ici les auteurs prennent le point de vue de l'acteur, c'est-à-dire qu'ils cherchent à mettre à l'épreuve des hypothèses sur le comportement d'un acteurs qui prend en compte son environnement immédiat. Ils cherchent ainsi à savoir par exemple, dans quelle mesure les individus réagissent à des marques d'intérêt de la part des autres ou dans quelle mesure ils favorisent l'évolution de leurs relations avec les autres dans le sens de la transitivité. Cette attitude est nouvelle et rapproche deux domaines traditionnellement assez éloignés l'un de l'autre, l'analyse des réseaux sociaux et les modèles d'acteur rationnels. Elle contribue ainsi à combler le fossé qui existe entre les deux grandes traditions en matière d'analyse des réseaux de relations, celle des réseaux complets où sur une population donnée, on dispose de toute l'information concernant des relations bien définies et celle des réseaux personnels où l'on enquête un échantillon de personnes non liées entre elles, chacune décrivant son propre univers relationnel.

Les enquêtes sur les relations entre individus sont déjà beaucoup plus difficiles à réaliser que celles qui ne s'intéressent qu'aux caractéristiques individuelles. Il y a d'abord un problème de taille. Si l'on a une population de 100 personnes et que l'on interroge chacun sur ses relations avec les 99 autres, cela prend du temps. De plus les personnes n'aiment guère qu'on les questionne sur d'autres personnes. Envisager d'enquêter de manière diachronique (on dit aussi longitudinale) sur des réseaux relève de la gageure. Il existe quelques rares exemples d'enquêtes répétées sur les mêmes individus, permettant de suivre l'évolution d'un réseau de relations. Hans Hummel et Wolfgang Sodeur utilisent une enquête classique réalisée en 1953 par Newcomb. Il est intéressant de noter que certains jeunes chercheurs de l'équipe de T.A.B. Snijders ont repris des observations de ce type car sur ces processus, les données font cruellement défaut.

Evelien Zeggelink contourne la difficulté en travaillant par simulation. Elle a simulé l'évolution des réseaux d'amitié à partir d'hypothèses simples sur les comportements des individus : chercher à atteindre un nombre de relations donné à l'avance, ne pas chercher à se lier avec une personne qui renvoie un message négatif, etc.. La simulation ne remplace pas l'observation et la connaissance fine des comportements individuels mais on peut ensuite confronter certaines caractéristiques de la structure résultant de la simulation avec celles que l'on observe sur le terrain. Un bon ajustement n'est pas une preuve que le modèle représente bien les comportements mais les essais malheureux donnent quand même des informations. Evelien Zeggelink propose ici plusieurs algorithmes dont elle a testé les résultats.

Snijders, Stokman et Zeggelink utilisent la simulation pour représenter des processus de prise de décision dans une assemblée. Le modèle stipule que la prise de décision se fait en deux temps. Dans un premier temps il y a échange entre les votants qui cherchent à former des coalitions. Ensuite il y a le vote. Là encore les hypothèses sur le comportement des acteurs sont relativement simples et tiennent compte de l'importance de l'enjeu pour chaque votant et d'une règle de réaction aux signaux envoyés par les différents membres de l'assemblée à leurs partenaires.

Il est permis de se demander pourquoi la simulation n'est pas plus fréquemment employée en analyse des réseaux sociaux. Parmi les problèmes que j'ai évoqués plus haut, recueillir des informations sur la distribution des chaînes de cheminement au hasard à partir d'une population dans laquelle on ferait fonctionner le mécanisme serait sans doute assez facile.

En sciences sociales comme dans bien d'autres domaines, la modélisation des comportements est un art difficile et le fait d'aborder les interactions entre les individus ne fait qu'accroître la complexité. Il faut donc être particulièrement attentif aux efforts des auteurs pour traduire en hypothèses formelles des intuitions issues de l'observation de terrain. Ces deux articles ouvrent en fait des pistes de recherche définies à partir de questions concrètes.

L'article de Douglas White, sur les renchaînements d'alliances se place dans la ligne directe des questions posées par Levi Strauss sur les structures des systèmes de parenté dans les sociétés ouvertes telles que nos sociétés occidentales (Richard, 1993). En utilisant la notion de cycle dans les graphes généalogiques représentés comme l'a suggéré Guilbaud (1970), White construit des classes dans des systèmes de parenté relativement complexes. L'outil informatique qu'il a développé dans ce but se révèle très performant.

Ce numéro de *Mathématiques, Informatique et Sciences humaines* consacré à des travaux de collègues européens pour la plupart, se distingue donc de beaucoup de publications anglo-saxonnes par la volonté des auteurs de modéliser des questions concrètes. Il témoigne des travaux récents consacrés à la modélisation de l'évolution des structures et montre des pistes par lesquelles le fossé entre les réseaux complets et les réseaux personnels pourrait se combler. Tels sont me semble-t-il les points qui font son originalité et son intérêt.

BIBLIOGRAPHIE

- BURT R., "Capital social et trous structuraux", *Revue Française de Sociologie*, XXXVI, 1995, (599-628).
- DALUD-VINCENT M., FORSÉ M., AURAY J.-P., "An algorithm for finding the structure of social groups", *Social Networks*, 16 (1), 1994, (137-162).
- FLAMENT Cl., *Application of graph theory to group structures*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1963.
- FLAMENT Cl., *Théorie des graphes et structure sociale*, Paris, La Haye, Mouton-Gauthier Villars, 1965.
- FAUST K., WASSERMAN S., *Social Network Analysis*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994.
- FLAMENT Cl., 1979, "Independent generalization of balance", in P. V. Hollandt., S. Leinhardt (éds.), *Perspectives in social network research*, New York, Academic Press.
- GUILBAUD G. Th., "Système parental et matrimonial au Nord Ambrym", *Journal de la Société des Océanistes*, 26, 1970, (9-32).

- HERAN F., 1987, "Comment les Français voisinent", *Economie et Statistique*, 195, 43-60.
- HERAN F., 1988, "La sociabilité, une pratique culturelle", *Economie et statistique*, 216, 3-21.
- KLOVDAHL A. S., "View-Net: a new tool for network analysis", *Social Networks*, 8, 1986, (313-342).
- KLOVDAHL A. S., "Urban social networks. Some methodological problems and possibilities", in M. Kochen (éd.), *The small world*, Norwood, Ablex Publishing, 1989,(176-210).
- KLOVDAHL A. S., FERRAND A. MOUNIER L., "Une petite pré-enquête : The challenge of social network research in France", *Bulletin de méthodologie sociologique*, 43, 1994, (74-90).
- LEVI STRAUSS Cl., *Les structures élémentaires de la parenté*, Paris, Presses Universitaires de France, 1949.
- MORENO J. L., *Who shall survive*, 1943, tr. fr. *Fondements de la sociométrie*, Paris, Presses Universitaires de France, 1954.
- RICHARD Ph., "Étude des renchéâtements d'alliance", *Mathématiques, informatique et Sciences humaines*, 123, 1993, (5-35).
- WHITE H. C., *An anatomy of kinship*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice hall, 1963.
- WHITE H. C., BOORMAN S. A., BREIGER R. R., "Social structure from multiple networks I Blockmodels of roles and positions", *American Journal of Sociology*, 81(4), 1976, (730-780).