

les réseaux sociaux

les origines de l'analyse des réseaux sociaux

Pierre Mercklé, © CNED / ens-lsh 2003-2004

A. Les origines de la notion de réseau

La notion de « réseau » est tout le contraire d'un néologisme : le mot est ancien, et l'histoire de ses usages dans la langue française, depuis son apparition au début du XVII^e siècle, est extrêmement instructive, dans la mesure où elle permet de distinguer clairement les différents registres métaphoriques que la notion de réseau a hébergé et continue parfois de véhiculer¹. Chronologiquement, le premier de ces registres est celui de la métaphore textile. En français, les premières occurrences du mot, sont relevées au XVII^e siècle. Le *Thresor de la langue française* de Nicot (1606) définit ainsi ce qu'on appelle alors un « réseul » : « tisseure de fil faite à mailles, dont les filets, rets, poches, bourses et tirasses à prendre poissons, connils, cailles et autres oyseaux sont faits ». Le terme, qui vient du latin *retis*, entrelacs de lignes, désigne donc un tissu, dont font usage les chasseurs, mais aussi les femmes pour retenir leurs cheveux. Tandis que le latin *retis* donne le mot français « rets » et l'adjectif « réticulaire », le français réseul, dès la fin du XVII^e siècle, devient « rézeau », puis « réseau », que la première édition du *Dictionnaire de l'Académie française* (1694) définit comme un « ouvrage de fil ou de soye, fait par petites mailles en forme de rets », qui peut donc désigner aussi bien les pièges des braconniers que les coiffes des dames (d'où la « résille »). Au XVIII^e siècle, le mot réseau, dans le langage des tisserands, s'est ensuite mis à désigner l'entrecroisement des fibres, d'une façon plus générale qui fait retour à son étymologie latine.

Le XVIII^e siècle voit l'extension des usages de la notion de réseau du registre textile au registre médical, d'abord pour désigner l'appareil sanguin, ensuite pour désigner aussi le système nerveux. Avec cette extension, à la métaphore explicite de l'entrelacement et du contrôle s'ajoute celle, nouvelle et d'abord implicite, de la circulation dont le réseau est le support. Ce registre métaphorique nouveau devient plus clairement explicite au XIX^e siècle, avec l'usage de plus en plus répandu de la notion de réseau pour désigner l'ensemble des chemins, des routes, puis des voies ferrées qui parcourent une région ou un pays. Dans le même temps, c'est-à-dire à partir du milieu du XVIII^e siècle, la notion de réseau s'enrichit d'une signification topographique, avec son application aux méthodes de triangulation de l'espace : ainsi, l'abbé La Caille désigne du terme de

¹ Pour une étude plus détaillée des origines de la notion de réseau, voir notamment Bakis (1993), chapitre I : « Histoire de la notion de réseau », pp. 9-23.

« réticule »² ou « réseau » le dispositif consistant à découper l'espace en triangles équilatéraux adjacents, qui lui a permis de dresser la carte du ciel austral dans les années 1750. Ainsi, depuis ses premières occurrences, la notion de réseau, à mesure qu'elle s'enrichissait par extension et glissement de registres métaphoriques superposés, s'est progressivement abstraite des objets concrets qu'elle servait primitivement à désigner, pour finalement désigner un certain nombre de propriétés générales intimement entremêlées (c'est le cas de le dire...) : l'entrelacement, mais aussi le contrôle et la cohésion, la circulation, la connaissance et la représentation topologiques.

Dans le langage courant, le recours à la notion de réseau, porteuse de ces registres métaphoriques spécifiques – l'entrelacement, la circulation, la topologie –, pour désigner des ensembles d'individus et les relations qu'ils entretiennent les uns avec les autres, est attesté à partir du milieu du XIXe siècle. Et il est possible de dater assez précisément le moment où les sciences sociales s'en emparent, pour désigner ce qu'elles connaissaient jusque là sous le nom de structures, systèmes, cercles, groupe : la notion de « réseau social » (*social network*) fait sa première apparition dans un article de l'anthropologue britannique John A. Barnes (1954) (voir ci-dessous, I.C.3.1)... De ce fait, le parcours de l'histoire de l'analyse des réseaux sociaux, que nous proposons de retracer ici rapidement, peut se décomposer en trois temps, selon un schéma bien connu des historiens de la sociologie : le temps des précurseurs, le temps des pionniers, le temps des fondateurs. Le temps des précurseurs est celui au cours duquel, sans recourir formellement à la notion de « réseau », la sociologie, en même temps qu'elle se constituait, témoignait de préoccupations qui préfigurent celles qui seront ensuite au cœur de l'analyse des réseaux sociaux ; dans un deuxième temps, les « pionniers » se distinguent des « précurseurs » en cela qu'ils recourent explicitement à la notion de réseau – et en font le concept central de leur approche – pour désigner les formes sociales qu'ils prennent pour objet, en vertu de la puissance de suggestion et des vertus heuristiques des registres métaphoriques qu'elle véhicule ; les « fondateurs », enfin, se distinguent des pionniers par leur effort systématique pour organiser la transition d'un usage métaphorique vers un usage analytique de la notion de réseau, par la construction d'enquêtes mettant en œuvre des principes méthodologiques et des indicateurs spécifiques, conduisant à l'élaboration d'une définition « opératoire » de la notion de réseau.

B. Les « précurseurs »

B.1. La construction de l'histoire des idées structurales

Cela dit, si la distinction est commode, nous veillerons à ne pas la réifier, et soulignerons les dangers qu'elle recèle. Elle risque en effet de faire passer les « pionniers » pour les tenants d'une approche moins aboutie que celle des « fondateurs », ce qui pourrait bien ressembler à une histoire de l'analyse des réseaux écrite justement du point de vue de ces derniers. Plus généralement, rechercher les précurseurs d'un courant de pensée ou d'analyse dans l'histoire de la sociologie, comme de façon plus générale dans toute histoire des idées, est une entreprise largement artificielle et téléologique, ou tout simplement tautologique : les « précurseurs » et les « pionniers » de la sociologie sont ceux qui ont été reconnus et désignés comme tels par les sociologues qui s'assignent ce genre de mission performative, du moins par ceux d'entre eux qui, à un moment donné de l'histoire de leur discipline, occupent une position intellectuelle et institutionnelle qui leur permet d'imposer leur vision de son histoire, ou encore par ceux qui à un moment donné cherchent à construire une telle position par la désignation, justement, de précurseurs et de fondateurs légitimes. A ce petit jeu de la généalogie, il n'est pas difficile de faire remonter les racines de l'analyse des réseaux jusqu'à quelques figures illustres de la philosophie la plus légitime, qu'on aura donc cependant la prudence de considérer plus comme ses pères adoptés que comme ses géniteurs naturels.

Ainsi, pour n'évoquer très rapidement que quelques unes de ces innombrables entreprises de récupération généalogique : Heider (1946) affirme avoir puisé l'inspiration de sa théorie de l'équilibre structural (voir ci-dessous, Troisième partie) dans *L'Éthique* de Spinoza (1677) : la proposition XXII du Livre III stipule en effet que « si nous imaginons que quelqu'un affecte de joie la chose que nous aimons, nous serons affecté d'amour à son égard », ce qui est une façon sophistiquée de dire « les amis de mes amis sont mes amis », proposition du sens commun qui est au fondement de la théorie de Heider. Un autre développement majeur de l'analyse des réseaux, qui conduit à une véritable théorie du « capital social » (voir ci-dessous, Quatrième partie), se voit attribué lui aussi des racines prestigieuses : Degenne et Forsé (1994, p. 135) n'écrivent-ils pas en effet que « la notion de capital social est assez ancienne puisque Hobbes (1651) déclarait déjà dans le *Léviathan* : “ avoir des amis, c'est avoir du pouvoir ” » ? Dans le même ordre d'idées, rien n'interdit de remonter encore le temps, et de voir dans *Le Prince* de Machiavel (1515) la prémice de la théorie des coalitions formalisée presque cinq siècles plus tard par Theodore Caplow (1968)³.

² Selon Daniel Parrochia (1993), le mot « réticule », d'abord utilisé en astrologie, puis pour désigner un sac à main de dame, aurait donné « ridicule » par altération... Mais cette étymologie quelque peu fantaisiste n'est attestée par aucun dictionnaire. On évitera donc de considérer que « réseau » et « ridicule » ont la même étymologie...

³ Le temps nous a manqué pour ajouter ici un examen détaillé de toutes ces généalogies putatives, qui pourraient étendre leurs revendications territoriales à l'intérieur de toute sociologie qui a, à un moment ou un autre, s'est préoccupée de « structures sociales ». Il convient de noter ici que la présentation de la bibliographie officielle affirme que l'analyse des réseaux sociaux trouve ses « fondements théoriques dans la sociologie classique : l'œuvre de Simmel, à laquelle il conviendra prioritairement de se reporter, mais aussi celles de Durkheim, de Tarde et de Weber ». De fait, pour Forsé et Langlois (1997, pp. 27-28), Durkheim, dans *Le suicide* (1897), fait référence explicitement à l'influence des propriétés structurales des groupes sociaux sur les comportements individuels, notamment quand il montre que le suicide « égoïste » varie en raison inverse du degré d'intégration des groupes sociaux, et quand il recourt déjà dans ce cadre à la notion de « densité ». Plus généralement, l'École

Quel est le sens de ces entreprises de construction ou de reconstruction d'une partie de l'histoire de la sociologie ? D'abord, mais indirectement, ces quelques exemples semblent suggérer qu'il pourrait exister des formes invariantes de l'action humaine et des structures sociales, traversant les siècles, et qui auraient été observées par exemple aussi bien au XVII^e siècle par Spinoza et Hobbes que dans la seconde moitié du XX^e siècle par Heider et Granovetter.

Cette hypothèse de l'existence de formes invariantes de l'action, que nous ne faisons ici qu'effleurer, est centrale dans la structuration des principes théoriques de l'analyse des réseaux sociaux, et en particulier dans les théories de l'équilibre structural et du capital social, et nous aurons l'occasion d'y revenir régulièrement dans la suite. Ensuite, il faut certainement voir aussi dans ces entreprises historiographiques à la fois la conséquence d'une logique « génétique », par laquelle les idées du passé « engendrent » les idées du présent, et le produit d'une logique « généalogique » déjà suggérée, par laquelle les idées du présent se cherchent des origines légitimes dans les idées du passé : indéniablement, la lecture de Spinoza ou de Hobbes, par sa puissance de suggestion, peut féconder l'imagination sociologique ; mais d'un autre côté, pour que les idées des uns engendrent les idées des autres, il faut nécessairement que ces derniers « reçoivent » les œuvres des premiers. Or, une sociologie de la réception des idées sociologiques montrerait que ces processus de réception sont « intéressés ».

B.2. Georg Simmel, un précurseur légitime

De ce point de vue, le « précurseur » le plus systématiquement invoqué ou « convoqué » par les tenants de l'analyse des réseaux sociaux, est très certainement le philosophe et sociologue allemand Georg Simmel (1858-1918). Dans une contribution récente à la question de l'influence de Simmel sur l'analyse des réseaux, Michel Forsé (2002)⁴, après avoir reconnu que l'influence de l'œuvre de Simmel sur l'École de Chicago et l'interactionnisme symbolique était historiquement démontrée et assurée, la jugeait cependant méthodologiquement fragile et discutable, et entendait donc montrer qu'en réalité ce n'est pas « l'interactionnisme symbolique », mais l'analyse des réseaux (qualifiée par lui d'« interactionnisme structural ») qui entretient une « filiation beaucoup plus solide sur le fond, comme méthodologiquement » (p. 65) avec l'œuvre de Simmel. De fait, il y a indéniablement dans l'œuvre de Simmel des intuitions sociologiques tout à fait assimilables à celles évoquées ci-dessus, et qui permettent certainement d'utiliser son travail comme un indice de la permanence ou de l'invariance d'un certain nombre de formes structurales spécifiques, qu'il aurait décelé il y a un siècle, et que les études récentes confirment ou retrouvent. Par exemple, dans *Le conflit* (1908), Simmel montre les vertus intégratrices de l'antagonisme et de l'opposition, qui doivent être donc considérées comme des formes sociales normales et non pathologiques, idée que l'on retrouve ensuite aussi bien en dehors du champ spécifique de l'analyse des réseaux, chez Dahrendorf (1957) par exemple, qu'en son sein, comme chez Moreno (1934) et plus généralement dans toute la sociométrie et dans les théories de l'équilibre structural.

Mais il y a plus chez Simmel que cette simple « intuition » des phénomènes structuraux : toute son œuvre en réalité, à travers la variété des objets qu'elle aborde, d'une part explore systématiquement ces formes sociales qui émergent des relations entre les individus, et surtout d'autre part en offre une théorie articulée. L'idée fondamentale de Simmel est la suivante : il considère que ce sont les interactions et les relations entre les individus, et non les individus eux-mêmes et leurs attributs, qui constituent les objets élémentaires de la sociologie. Autrement dit, l'objet fondamental de la sociologie selon Simmel doit être saisi à un niveau « intermédiaire », qui n'est ni celui, microsociologique, de l'individu, ni celui, macrosociologique, de la société dans

durkheimienne « préfigurerait », aux yeux de certains auteurs, l'analyse des réseaux sociaux, qu'il s'agisse des notions de solidarité mécanique et organique [sur Durkheim (1893), voir Degenne et Forsé (1994, pp. 218 sq.)], de la théorie du don de Marcel Mauss, de la « théorie du feu de camp » de Maurice Halbwachs (1912) ou de l'analyse des cercles sociaux proposée par Célestin Bouglé (1897). Quant aux racines tardiennes et weberiennes de l'analyse des réseaux sociaux, elles peuvent être explorées avec profit, même si leur affirmation péremptoire nous semble relever plus nettement d'une stratégie de légitimation réciproque (par exemple, de l'analyse des réseaux par l'invocation de Weber, et inversement de Tarde par l'analyse des réseaux sociaux...). Pour qui voudrait se faire sa propre opinion, nous suggérons la lecture de Weber (1904-1917, 1922), qui figurent dans la bibliographie officielle du thème « Expliquer et comprendre » ; et de Tarde (1890, 1893, 1901) ainsi que de la contribution consacrée à Tarde dans Dubois (1994).

⁴ Pour une étude systématique de ce que l'analyse des réseaux sociaux « doit » à la sociologie de Simmel, on lira avec attention la récente contribution de Michel Forsé (2002), qui figure dans la bibliographie officielle. Par ailleurs, dans le cadre de la préparation à l'épreuve écrite en sociologie de l'agrégation de sciences économiques et sociales, il convient certainement d'accorder une attention soutenue aux œuvres de Simmel : en effet, si aucune d'entre elles ne figurent explicitement dans la bibliographie officielle du thème « Les réseaux sociaux » (hormis, indirectement, par l'intermédiaire de l'étude de Michel Forsé que nous venons de mentionner), en revanche deux ouvrages de Simmel figurent dans la bibliographie officielle du thème « Expliquer et comprendre » : il s'agit des *Problèmes de philosophie de l'histoire*, 1^{ère} éd. 1923, Paris, Presses universitaires de France, 1984, et de *Sociologie et épistémologie*, 1^{ère} éd. 1971, Presses universitaires de France, coll. « Sociologies », 1981. A ces deux ouvrages, on ajoutera celui-ci : Georg Simmel (1908), *Sociologie. Etude sur les formes de la socialisation*, Paris, Presses universitaires de France, coll. « Sociologies », 756 p., 1^{ère} éd. 1908, trad. de l'allemand par Lilyane Deroche-Gurcel et Sibylle Muller. Ces lectures sont doublement utiles, puisqu'elles alimentent une culture théorique qui peut être ensuite réinvestie dans les deux thèmes les plus récents de l'épreuve écrite de sociologie ; elles le sont d'autant plus qu'elles ne constituent pas les seules « passerelles » entre ces deux thèmes. Plus généralement, nous avons le sentiment qu'il y a à l'évidence une communauté de problèmes et d'interrogations entre le thème « Expliquer et comprendre » et le thème « Les réseaux sociaux », et n'écartons donc pas l'éventualité de ce que l'on appelle dans le jargon de l'agrégation un « sujet croisé ». Comme il est dommage de ne formuler explicitement cette hypothèse qu'en note de bas de page, nous saisissons chaque fois que possible, dans le corps du texte, l'occasion d'y revenir et d'indiquer des pistes plus approfondies de réflexions sur de tels « croisements ».

son ensemble, mais celui, que l'on pourrait donc qualifier de « mésosociologique », des « formes sociales » qui résultent des interactions entre les individus. Pour Simmel donc, la sociologie est « la science des formes de l'action réciproque », définition que Michel Forsé (2002) se permet de traduire ainsi : « il ne veut pas dire autre chose, dans notre vocabulaire d'aujourd'hui, qu'elle est la science des structures des relations sociales ».

De fait, la plupart des études de Simmel sont habitées par une préoccupation constante de saisir les « formes sociales » à ce niveau intermédiaire des interactions entre les individus, tout en présentant une étonnante variété : ces travaux ont en effet porté aussi bien sur l'art, la religion, la mode, l'amour, le mensonge, l'étranger, l'argent... chaque fois considérés comme l'expression de formes sociales, c'est-à-dire de types ou de « structures » de relations sociales spécifiques. Par exemple, l'étude de Georg Simmel sur *Les pauvres* (1908) témoigne particulièrement bien, à notre sens, des vertus heuristiques de la saisie des phénomènes sociaux à ce niveau intermédiaire. Alors que la pauvreté pourrait passer pour un attribut des individus, Simmel s'efforce au contraire de montrer qu'elle est essentiellement une caractéristique relationnelle, produite par la relation d'assistance qui s'établit entre ceux que l'on qualifie de « pauvres » et la société dans laquelle ils vivent. Selon lui, la pauvreté comme attribut individuel, autrement dit la privation des ressources matérielles pour un individu, ne suffit pas à le faire entrer dans la catégorie sociale spécifique des « pauvres ». C'est en réalité, « à partir du moment où ils sont assistés, peut-être même lorsque leur situation pourrait normalement donner droit à l'assistance, même si elle n'a pas encore été octroyée, qu'ils deviennent partie d'un groupe caractérisé par la pauvreté. Ce groupe ne reste pas unifié par l'interaction entre ses membres, mais par l'attitude collective que la société comme totalité adopte à son égard ». Simmel en déduit une définition de la pauvreté qui est fondamentalement « relationnelle », et non pas individuelle : « les pauvres, en tant que catégorie sociale, ne sont pas ceux qui souffrent de manques et de privations spécifiques, mais ceux qui reçoivent assistance ou devraient la recevoir selon les normes sociales ». Autrement dit, il remet en cause la conception traditionnelle qui veut que l'attribut individuel engendre la catégorisation sociale et la forme des relations sociales qu'elle implique, pour considérer au contraire que c'est la forme spécifique des relations sociales, ici la relation d'assistance, qui produit les façons de caractériser les individus.

Ainsi définie, la théorie « relationnelle » de Simmel présente deux caractéristiques constitutives que l'on va retrouver ensuite au fondement des élaborations théoriques de nombreux auteurs inscrits dans le champ de l'analyse des réseaux, et desquels certains s'autorisent donc pour voir en Simmel le véritable précurseur de ce courant : d'une part, la sociologie de Simmel est une sociologie « formaliste », d'autre part elle est « dualiste ». Elle est formaliste au sens où pour Simmel, ce n'est pas le contenu des interactions, mais la forme des interactions qui importe, et qu'il s'agit de prendre pour objet si l'on veut comprendre l'émergence, le maintien, les enjeux et les transformations des formes sociales. Il faut donc étudier ces formes sociales des relations, en faisant abstraction de leurs contenus. On pourrait ajouter que la sociologie simmélienne est formaliste dans un second sens, qui lui aussi satisfait les « ambitions » des élaborations théoriques de l'analyse des réseaux : s'il est possible de les étudier, c'est parce que ces formes sociales présentent une certaine régularité et une certaine stabilité : dans les domaines les plus divers de la vie sociale, et aux époques les plus différentes, on pourra ainsi retrouver des formes ou des « types » de relations sociales, comme la domination, la compétition, l'imitation, le conflit... De fait, Simmel affirme explicitement que les actions réciproques entre individus présentent des « formes » invariants, constitutives de toute vie sociale, dont le recensement et l'étude doivent permettre de fonder une véritable « géométrie du monde social ».

D'autre part, la sociologie de Simmel est « dualiste », au sens où elle ne privilégie pas une conception exclusive de l'articulation entre l'individu et la société mais, délibérément, affirme la possibilité de deux conceptions souvent considérées comme antagonistes : la conception dite « individualiste » et la conception dite « holiste ». A grands traits, l'approche simmélienne pourrait être décrite comme relevant d'un individualisme méthodologique complexe, plus proche en réalité de ce que l'on pourrait donc appeler un « dualisme méthodologique » : selon lui en effet, d'un côté les formes sociales sont engendrées par les interactions entre les individus, ce qui l'apparente à l'individualisme méthodologique, à cette nuance près que ce n'est pas l'étude des actions, mais des interactions individuelles qui doit servir de méthode à l'interprétation du social ; mais en même temps, il ne cesse d'affirmer que les formes sociales ainsi engendrées acquièrent une espèce d'autonomie, qui fait qu'à la fois, elles sont les produits des interactions individuelles, et elles en constituent le cadre et contribuent donc en retour à les modeler. Simmel, de ce fait, est regardé par beaucoup comme l'inspirateur principal d'une des formules fondatrices de l'analyse des réseaux sociaux, selon laquelle les structures émergent des interactions, et exercent sur elles une contrainte formelle qui n'a rien cependant d'un déterminisme mécanique. On peut ici faire remarquer en passant que cette seconde caractéristique constitutive de la théorie simmélienne du monde social constitue un évident point d'articulation entre les problématiques recouvertes par le thème qui nous occupe, « les réseaux sociaux », et la question inscrite l'année précédente au programme de l'agrégation de sciences économiques et sociales : « Expliquer et comprendre »...

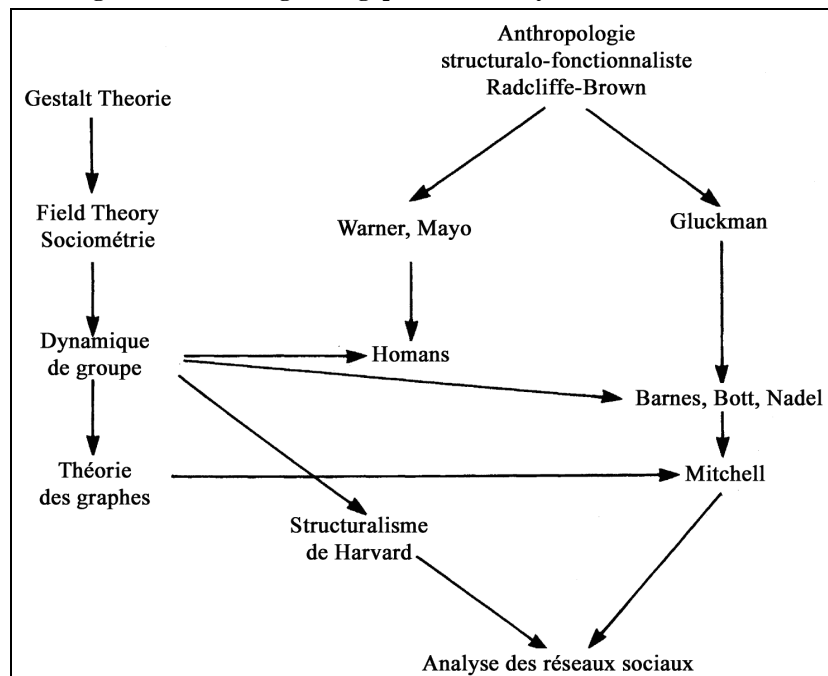
Cela dit, comme le reconnaît lui-même Michel Forsé (2002) dans la contribution qu'il consacre aux « réseaux sociaux chez Simmel », ce « précurseur » n'a utilisé nulle part dans son œuvre le terme de réseau, et c'est seulement son élève Leopold Von Wiese (1932) qui y eut explicitement recours dans ses efforts de modélisation des phénomènes d'agrégation des actions et des interactions individuelles dans des situations déterminées. A sa suite, de très nombreux auteurs ont clairement fait référence aux travaux de Simmel, comme Heider (1946), Moreno (1960), Charles Kadushin (1966), Peter Blau (1977), Ronald Burt (1982, 1992), ou Ronald Breiger (). Pour autant, l'unanimité de la reconnaissance de dettes n'exempte vraisemblablement pas cette entreprise d'affiliation de toute arrière-pensée. La conclusion de la contribution de Michel Forsé (2002) nous semble révélatrice à cet égard : « A ceux qui l'entouraient, Simmel confiait qu'il ne pensait pas qu'il ferait école. C'est sans doute un des rares points sur lequel il se soit trompé. La théorie structurale qu'il a construite s'est avérée une des sources, d'ailleurs reconnue explicitement par bien des chercheurs comme une des plus importantes, de l'analyse contemporaines des réseaux sociaux » (p. 105). Cette conclusion appelle au moins deux commentaires : Simmel a-t-il réellement « fait école », au sens où le maître fait école, au sens en tout cas où l'on peut dire que Durkheim, ou Bourdieu plus récemment, ont fait école, de façon délibérée et organisée, en se dotant d'une revue, de disciples, en conquérant les lieux du pouvoir universitaire ? Il semble que, dans le cas de Simmel, ce sont plutôt les disciples qui font l'école que le maître, qui n'en peut mais. D'autre part, Michel Forsé emploie dans cette conclusion le verbe « avérer » dans sa tournure pronominale (« s'avérer ») plutôt que dans sa tournure

active : cela traduit (trahit ?) la volonté d'euphémiser les mécanismes stratégiques de la construction d'une telle affiliation : il s'agit ainsi de donner à penser qu'il y a, intrinsèquement, dans l'œuvre de Simmel, les fondements de l'analyse structurale, alors que tout le travail de Michel Forsé consiste justement ici à « construire » cette filiation et défaisant explicitement celle que d'autres avaient nouée, du côté de l'interactionnisme symbolique. Il serait donc, dans la forme comme dans le fond, plus juste de dire qu'ici, la théorie structurale « est avérée » (de façon très volontariste) comme une des sources de l'analyse contemporaine des réseaux sociaux.

C. Les « pionniers »

Les spécialistes anglo-saxons de l'analyse des réseaux sociaux écrivent de leur discipline une histoire légèrement différente de celle que nous avons entamée dans ce qui précède : d'une part, elle ne débute que rarement avec Simmel, mais quelques années plus tard en réalité, avec Jacob L. Moreno et l'invention de la sociométrie ; d'autre part, elle ne se donne pas une source unique, mais en réalité plusieurs racines d'abord distinctes, ensuite convergentes. A une histoire de l'analyse des réseaux fortement, voire exclusivement inscrite à l'intérieur de la seule sociologie par la paternité simmelienne, il faut s'efforcer d'ajouter cette autre histoire, qui a le mérite de rappeler que la notion de réseau n'appartient pas en propre à la sociologie : de nombreuses disciplines inscrites dans le champ des sciences humaines y ont eu recours, d'abord séparément, pour entrer ensuite entre elles dans un dialogue mutuellement fécond : la psychologie, l'anthropologie, la géographie, l'histoire, l'économie ; d'autres disciplines, liées aux sciences de l'ingénieur et de la gestion urbaine y ont aussi recours, dans le domaine des transports, des télécommunications, de l'architecture ou de l'urbanisme ; les mathématiques se sont aussi emparées de la notion, autour de laquelle s'est ainsi développée en particulier la théorie des graphes. Certains de ces usages de la notion de réseau sortent du cadre tracé ici, dans la mesure où ils s'y agit plus de réseaux « physiques » (comme dans le cas des télécommunications) que de réseaux « sociaux ». Il n'en reste pas moins que l'histoire de l'analyse des réseaux sociaux apparaît moins comme l'histoire d'une succession linéaire de filiations que comme celle d'une conjonction progressive de problématiques, d'objets et de méthodes clairement distincts à l'origine, puisées à trois domaines : la sociométrie et plus largement la psychologie sociale ; l'anthropologie, et en particulier l'anthropologie sociale anglo-saxonne ; les mathématiques appliquées, et en particulier la théorie des graphes et l'algèbre linéaire. John Scott (1991) dans son ouvrage d'introduction a proposé de cette histoire une présentation intéressante, ainsi qu'un schéma (voir Figure 1) extrêmement synthétique que nous aurons l'occasion de rediscuter plus loin (voir ci-dessous, I.D.1.3). Tout en reprenant certains des éléments-clés de cette façon de raconter l'histoire des réseaux sociaux, nous nous permettrons dans ce qui suit, d'en ajouter quelques uns, et surtout d'en retrancher beaucoup, non parce qu'ils ne nous semblent pas importants, mais parce qu'ils sont plus connus (Warner, Mayo) ou peuvent être discutés ailleurs par les candidats à l'agrégation (par exemple, Homans dans le cadre du thème « Expliquer et comprendre »).

Figure 1. « L'arbre généalogique » de l'analyse des réseaux sociaux



Source : d'après Scott (1991), p. 8. Ce schéma est reproduit et traduit en français par Gribaudo (1998), p. 11, mais en « oubliant » la flèche qui va de la théorie des graphes à Mitchell dans le schéma initial.

C.1. Jacob L. Moreno et la sociométrie

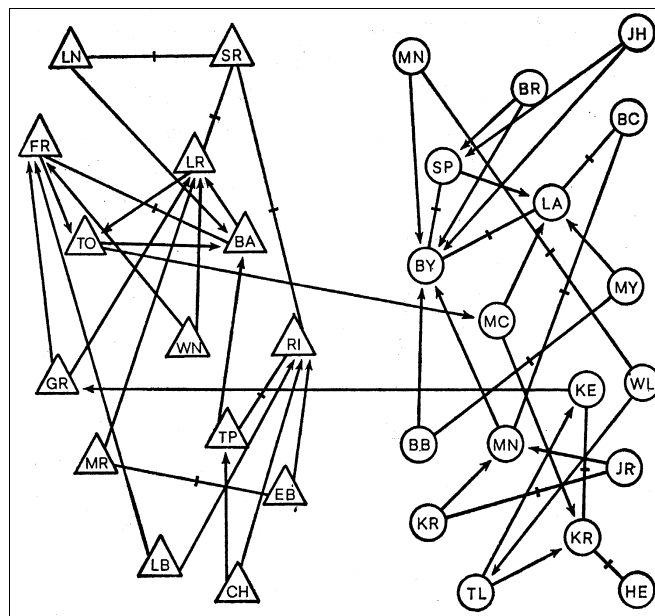
Pour Wasserman et Faust (1994) comme pour de nombreux auteurs, l'histoire de l'analyse des réseaux sociaux débute non pas avec Simmel, mais avec Moreno, aux Etats-Unis, au début des années 1930. Jacob Lévy Moreno (1889-1974) est en effet le fondateur incontesté de la sociométrie, dont il expose les principes, les méthodes, les enjeux et les résultats dans *Who Shall Survive ?*, publié en 1934⁵, dont la traduction française, sous le titre *Les fondements de la sociométrie*, date de 1954. Pierre Parlebas (1992), dans l'ouvrage qu'il consacre à la sociométrie, de ses origines à ses développements les plus récents, souligne à quel point l'histoire de « l'invention » de la sociométrie est intimement liée à l'histoire personnelle de Jacob L. Moreno : né en 1889 à Bucarest en Roumanie, il a en réalité vécu, de 7 à 40 ans, à Vienne et à Berlin, après l'émigration de sa famille. Étudiant à l'université de Vienne, il entame d'abord des études de philosophie, avant de s'orienter vers la médecine, et obtient son diplôme de médecin en 1917. Pendant quelques années, il exerce dans son cabinet médical en même temps qu'il se consacre au théâtre, où il met en scène ses fantasmes personnels et les symptômes de ses patients, jetant ainsi les bases d'un autre de ses nombreux apports à la psychologie, le « psychodrame ». Mais face à la montée de l'antisémitisme, et aussi en raison de problèmes financiers et de déboires sentimentaux, il décide en 1926 de quitter l'Europe pour les Etats-Unis.

Ayant obtenu quelques années plus tard un poste de directeur de recherche dans un institut de rééducation de Hudson (État de New York), accueillant cinq cents jeunes filles envoyées par les tribunaux de New York, qui y séjournent plusieurs années, jusqu'à la fin de leur « rééducation ». Il y met en place, en collaboration avec son assistante Helen Jennings, la première d'une longue suite d'enquêtes destinées à étudier les affinités entre les pensionnaires. Le premier test a porté sur les 506 jeunes filles de l'institution. Celles-ci, au moment du test, étaient réparties dans 16 pavillons d'habitation, les jeunes filles noires résidant séparément des jeunes filles blanches, même si leurs activités de la journée les associaient indistinctement. Le test sociométrique appliqué à Hudson fut le suivant : « Le critère proposé aux jeunes femmes fut celui de leurs sympathies et de leurs antipathies à l'égard des autres membres de la collectivité : on leur demandait de dire avec lesquels elles aimeraient ou n'aimeraient pas vivre en commun dans la même maison » (p. 149). Les jeunes filles pouvaient opérer leur choix dans une population de 505 individus. L'étude des choix sociométriques ainsi recensés (limités par le questionnaire à 5 choix par personne, ce qui à tout de même donné lieu à plus de 2.200 déclarations de choix) révèle une structuration sociale des relations, invisible au premier abord, et bien différente de l'organisation officielle telle que la distribution des jeunes filles dans les pavillons la laisse voir : il y a certes des pavillons dans lesquels les jeunes filles se choisissent presque exclusivement entre elles ; mais il y en a d'autres nombreux, où les choix des jeunes filles s'éparpillent en direction d'autres pavillons.

Avec ce premier test naît la sociométrie, dont Moreno décrit les principes deux ans plus tard dans son ouvrage fondateur de 1934. A partir de ces premières expériences, les sociométriciens ont formalisé une procédure spécifique de recueil des données : le « test sociométrique » classiquement mis en œuvre consiste à demander à chaque membre d'un groupe donné de choisir, parmi les autres membres du groupe, ceux qu'ils voudraient avoir, ou au contraire qu'il ne voudrait pas avoir comme compagnon (ou voisin en classe, ou coéquipier dans un jeu, ou collègue dans une équipe de travail...) pour une action ou dans un cadre donné (appelé le « critère » du test). Il s'agit donc, comme le dit très précisément J. L. Moreno, d'un « instrument qui étudie les structures sociales à la lumière des attractions et des répulsions qui se sont manifestées au sein d'un groupe » (p. 53). Moreno ne se contente pas d'inventer une méthode originale de constitution d'un corpus de données « relationnelles », il élabore aussi un instrument permettant d'en représenter facilement les résultats : le « sociogramme » est à la fois une méthode de présentation et d'exploration des faits sociométriques, permettant de figurer la position qu'occupe chaque individu et les relations de choix ou de rejet établies entre les individus. Concrètement, dans un sociogramme, les individus sont figurés par des points dans un plan, et les relations de choix ou de rejet par des flèches dirigées de celui qui choisit ou rejette vers celui qui est choisi ou rejeté. Appliqués aux groupes scolaires, les tests sociométriques moréniens et leurs représentations sous la forme de sociogrammes montrent ainsi la très faible mixité sexuelle des choix, qui produisait sur les sociogrammes correspondants une déconnexion presque totale du groupe des garçons et du groupe des filles (Figure 2), et la tendance plus forte chez les filles que chez les garçons à multiplier les connexions et à les maintenir durablement.

⁵ Et non en 1943, comme indiqué de façon erronée à la fois dans la bibliographie du thème « Les réseaux sociaux » publiée dans le *Bulletin officiel de l'éducation nationale* et dans la bibliographie figurant à la fin de l'ouvrage d'Alain Degenne et Michel Forsé (1994)...

Figure 2 : Sociogramme d'une classe d'élèves de 11-12 ans
(critère : s'asseoir à côté des élèves choisis – 2 choix au maximum)



Les lignes barrées indiquent les choix réciproques. Source : Moreno (1934), annexes, planche XII.

Grâce au sociogramme, la sociométrie morénienne se situe objectivement, sinon explicitement, dans la continuation logique de la « géométrie du monde social » ambitionnée par Georg Simmel. Moreno lui-même employait d'ailleurs une expression extrêmement proche de celle de Simmel, puisque lui parlait de « géographie psychologique » pour désigner cette forme de « représentation graphique des interrelations qui unissent les membres et les groupes d'une même collectivité » (p. 298). Et même si les sociogrammes regroupés par Moreno en annexes des *Fondements de la sociométrie* semblent parfois inutilement embrouillés, en raison de l'enchevêtrement des arcs représentant les choix et les rejets, il n'en reste pas moins qu'ils constituent clairement une tentative intéressante d'organisation du passage d'un usage métaphorique à un usage analytique et opératoire de la notion de réseau. Cette notion de réseau, même si ce n'est pas de façon centrale, Moreno y a d'ailleurs explicitement recours à la fin des *Fondements de la sociométrie*, pour désigner la structuration spécifique des régularités relationnelles (qu'il qualifie de « courants sociaux ») que la sociométrie permet d'observer :

« Nous avons été amené à penser que sous ces courants qui s'écoulent et se transforment sans cesse, il devait exister une structure permanente, un réservoir commun, un même lit qui reçoit et mêle ses courants, quelque différents que puissent être leurs buts. La réflexion sur cette hypothèse nous a remis en mémoire deux résultats précédemment obtenus. L'analyse structurale des groupes avait, en effet, révélé que certaines configurations (paires, chaînes, triangles, etc.) apparaissent avec régularité et qu'elles ont des rapports définis avec le degré de différenciation atteint par le groupe. De plus, nous avons remarqué la tendance des individus à couper les lignes du groupe, comme s'ils étaient mystérieusement attirés par certains courants psychologiques. Nous avons découvert que les courants ne franchissent pas au hasard les lignes du groupe et parfois même celles de la collectivité, ils dépendent de structures plus ou moins permanentes qui réunissent les individus en de larges réseaux⁶. »

Dans cette définition de la notion de réseau proposée par J. L. Moreno, la métaphore est encore largement présente : courants, écoulements, réservoir, lit... tous ces termes appartiennent au champ sémantique classique de la circulation des fluides. Cela étant dit, Moreno marque une rupture avec l'usage métaphorique de la notion de réseau, dans la mesure où il est le premier à en proposer une exploration empirique ; et les techniques sociométriques de recueil de données relationnelles, ainsi que leur représentation et leur exploration à l'aide des sociogrammes, ont clairement contribué à la facilitation d'un usage analytique de cette notion de réseau, pour désigner les régularités observées dans les distributions des choix et des rejets, autrement dit les « formes » (pour reprendre le terme de Simmel) sociales des interrelations.

La sociométrie, telle que nous venons de la définir, pourrait passer finalement pour une modeste mais novatrice méthode de mesure des relations affectives à l'intérieur des groupes. C'est d'ailleurs d'une certaine façon ce qu'en a retenu le langage de l'analyse moderne des réseaux sociaux, qui utilise le terme de « choix sociométrique » pour désigner un type particulier, dichotomique, de relations, qui peuvent être soit caractérisées par l'affinité, soit par l'hostilité. Le problème, comme Pierre Parlebas (1992) est un des seuls à le souligner, c'est que son concepteur, J. L. Moreno, y voit beaucoup plus que cela, sacrifie souvent au lyrisme, à l'immodestie et à un prophétisme qui rappelle celui des socialistes du XIXe siècle, avec lequel le siècle suivant semblait pourtant avoir rompu : n'écrit-il pas, au début de la préface à la première édition de la traduction française de son ouvrage, qu'à son sens, « au cours des cent cinquante dernières années les sciences sociales ont progressé selon trois

⁶ Moreno (1934), p. 308. C'est Moreno qui souligne.

grands courants : la sociologie, le socialisme scientifique, la sociométrie » (p. V) ? La sociométrie, aux yeux de son fondateur est destinée à permettre une profonde réforme des sciences sociales, « grâce à laquelle une science authentique de la société pourra se construire peu à peu » (p. X). Pierre Parlebas évoque, de fait, « la personnalité débordante et exaltée du créateur de la sociométrie, J. L. Moreno, capable de passer allègrement de la mesure à la démesure » (p. 9), et qui a tendance à se présenter comme un élu chargé de transmettre à l'humanité un message divin, celui d'une méthode non pas seulement de description, mais en réalité de transformation des structures sociales, destinée à rendre aux individus leur spontanéité et leur créativité. On pourrait lui reprocher aussi, ce que ne signale pas Pierre Parlebas, certaines conclusions douteuses des *Fondements de la sociométrie*, en particulier la définition d'un « quotient racial », permettant d'établir « un point de saturation sociométrique d'un groupe homogène », à partir duquel il se déclarait en mesure de « comprendre des situations conflictuelles, comme celle qui a opposé les Allemands et les Juifs » (pp. 289-290).

Moreno n'a pas apporté seulement la sociométrie à la psychologie sociale, mais aussi, dans une perspective cette fois plus clinique, la psychothérapie de groupe, le psychodrame, le jeu de rôles, inspirés de son expérience viennoise du théâtre. Et de fait, après l'ouvrage fondateur de la sociométrie, il a continué ses recherches dans ce domaine, mais s'est en réalité consacré de plus en plus au psychodrame dans le cadre d'une approche thérapeutique. Mais cet ouvrage de 1934, et la revue que Moreno fonda deux ans après sa parution, intitulée *Sociometry*, contribuèrent à fédérer de nombreux psychologues autour de ses méthodes, parmi lesquels on peut citer Mary Northway, Tagiuri, Harary, Festinger, ou en France Anne Ancelin-Schutzenberger et Robert Pagès. A ces noms peuvent être ajoutés, toujours en France, ceux de Maucorps et Bassoul (1960) et Maisonneuve Jean (1966), *Psycho-sociologie des affinités*, Paris, Presses universitaires de France Maisonneuve (1966), auteurs d'importantes études empiriques mettant en œuvre les principes de la sociométrie. Pourtant, à partir des années 70, la mode en semble passée, et force est de constater qu'en France du moins, la reconnaissance du rôle de la sociométrie dans le développement de l'analyse des réseaux sociaux ne s'avoue que du bout des lèvres, comme on confesserait l'existence d'un père biologique peu recommandable, déchu de ses droits au profit du père adoptif plus légitime que représente Georg Simmel : dans le champ spécifique de la sociologie française, pour faire une place à l'approche « structurale » ou « réticulaire » face à – ou quelque part entre – ceux qui « ont » Durkheim, Weber ou Marx comme figure tutélaire, il vaut mieux avoir comme ancêtre Simmel que Moreno, déjà « approprié » par la psychologie sociale.

C.2. Radcliffe-Brown, Lévi-Strauss et l'anthropologie structurale

A elle seule, la sociométrie ne pouvait suffire à engendrer l'analyse des réseaux sociaux telle que nous la connaissons aujourd'hui, même si elle lui donne un coup de pouce décisif en élaborant un certain nombre de méthodes de collection et de représentation d'un certain types de données relationnelles, celles portant sur les choix affectifs interindividuels. Dans un premier temps, parallèlement au développement progressif du courant sociométrique en psychologie sociale, se produisent d'autres évolutions, dans un autre domaine des sciences sociales : l'anthropologie, dans les années 40 à 50, est en effet marquée par l'usage dominant de la notion de « structure » qui, au premier abord, semble sémantiquement proche de celle de réseau⁷. Pour comprendre les convergences entre les deux notions et les préoccupations qu'elles recouvrent en anthropologie, mais aussi leurs divergences et les raisons pour lesquelles le recours à la notion de réseau s'est en partie construit contre le « structuralisme » dominant en anthropologie, il peut être utile d'examiner sans parti pris les principes de cette « anthropologie structurale » élaborée par Claude Lévi-Strauss (1945, 1949, 1952)⁸.

Dans son étude fondatrice, Claude Lévi-Strauss (1945) prend pour point de départ l'étude des différents systèmes de parenté recensés dans les sociétés dites « primitives » par les ethnographes du XIXe siècle et de la première moitié du XXe siècle. Ce qu'il appelle un « système de parenté » est constitué d'une part d'un « système des appellations », qui consiste en une nomenclature de termes utilisés pour désigner les différentes relations entre parents (père, fils, oncle, cousin, neveu...), et d'autre part d'un « système des attitudes », qui désigne de son côté les conduites associées à chacune de ces appellations : respect ou familiarité, amitié ou hostilité... En confrontant les nombreuses observations ethnographiques disponibles, Claude Lévi-Strauss constate que telle attitude n'est pas invariablement associée à telle appellation (par exemple, le respect associé au père, et la familiarité à l'oncle maternel), sans pour autant qu'il y ait une autonomie ou une absence de corrélation totale entre les deux systèmes : il semblerait plutôt y avoir entre le système des appellations et le système des attitudes une interdépendance complexe, dont il s'efforce d'élucider la nature.

Pour y parvenir, Claude Lévi-Strauss reprend à nouveaux frais l'étude du problème, classique en anthropologie, de l'avunculat, c'est-à-dire de l'importance de l'oncle maternel dans les sociétés primitives (le terme avunculat vient du latin *avunculus*, qui signifie « oncle »). Cette importance de l'oncle maternel et de sa relation avec le neveu a longtemps été interprétée comme une survivance d'un régime matrilineaire. Mais en réalité, comme Lowie (1919) l'avait déjà démontré depuis quelques années, la corrélation n'est pas probante, et l'on rencontre l'avunculat aussi bien dans des régimes patrilineaires que matrilineaires. Lévi-Strauss invite alors son lecteur à se tourner vers le célèbre article de l'anthropologue britannique Anthony Radcliffe-Brown (1924), dans lequel il étudie l'importance de l'oncle maternel en Afrique du Sud et parvient à trois conclusions : 1° selon Radcliffe-Brown, le terme d'avunculat désigne en réalité deux systèmes d'attitudes antithétiques, d'une part celui dans lequel l'oncle maternel représente l'autorité familiale, d'autre part celui dans lequel le neveu exerce à l'égard de son oncle des privilèges de familiarité et peut le traiter plus ou moins en victime. 2° Ensuite, il établit une corrélation inverse entre l'attitude

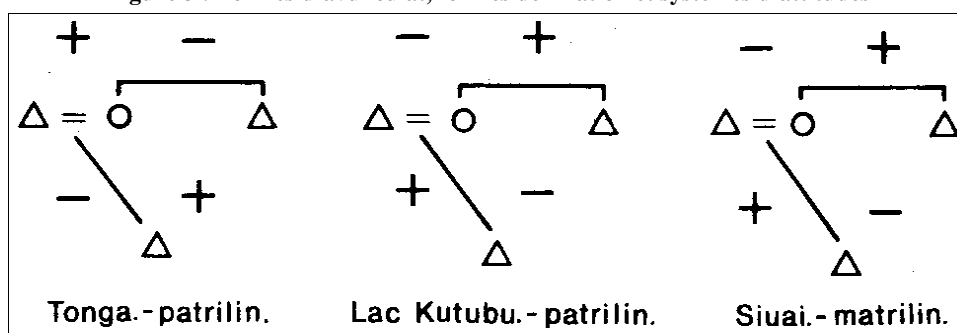
⁷ Sur le sens de la notion de structure pour l'anthropologie britannique et pour l'anthropologie française, voir Boudon (1968) : cette référence figure dans la bibliographie officielle du thème « Expliquer et comprendre »...

⁸ Les textes de 1945 et de 1952 sont tous les deux reproduits dans Lévi-Strauss (1958), chapitre II, pp. 43-69, et chapitre XV, pp. 329-378.

vis-à-vis de l'oncle maternel et l'attitude vis-à-vis du père : la familiarité avec l'un s'accompagne du respect de l'autre, et inversement. 3° Enfin, le système d'attitudes dépendrait, selon Radcliffe-Brown du système de filiation : en régime patrilinéaire le père représente l'autorité, en régime matrilineaire c'est l'oncle maternel.

C'est ce dernier point que conteste Lévi-Strauss, et sur lequel il va se démarquer nettement de son prédécesseur pour élaborer sa théorie structurale de la parenté. Claude Lévi-Strauss part d'un certain nombre d'exemples ethnographiques, dont certains contredisent clairement la théorie de Radcliffe-Brown⁹. Certes, à Tonga, en Polynésie, où la filiation est patrilinéaire, « la plus grande liberté, rapporte-t-il, règne entre l'oncle maternel et le neveu : celui-ci est *fahu*, au-dessus de la loi, vis-à-vis de son oncle avec lequel toutes les privautés sont permises. A ces rapports libres s'opposent ceux entre un fils et son père. Celui-ci est *tapu*, il est interdit de toucher sa tête ou ses cheveux, de le frôler pendant qu'il mange, de dormir dans son lit ou sur son oreiller, de partager sa boisson ou sa nourriture, de jouer avec des objets lui appartenant ». Mais il ajoute aussitôt que chez les indigènes du lac Kutubu, en Nouvelle-Guinée, qui sont aussi patrilinéaires, c'est la « structure » inverse qui prévaut : les relations entre père et fils sont intimes et familières ; les femmes sont soumises à leur mari, mais bénéficient de la protection de leur frère ; quant aux neveux, ils font preuve, vis-à-vis de leur oncle maternel, de respect et de crainte. Enfin, Lévi-Strauss constate que l'on retrouve un système des attitudes identiques chez les Siuai de Bougainville, qui ont pourtant un système de filiation matrilineaire. Il en conclut donc que la corrélation entre les formes de l'avunculat et le type de filiation n'est pas avérée, puisque différentes formes d'avunculat peuvent coexister avec un même type de filiation, et qu'une même forme d'avunculat peut se retrouver dans différents types de filiation (Figure 3).

Figure 3 : Formes d'avunculat, formes de filiation et systèmes d'attitudes



Source : d'après Lévi-Strauss (1958), pp. 60-61.

En revanche, la véritable corrélation apparaît à l'échelle du groupe formé par quatre éléments - un frère, sa sœur, son beau-frère et son neveu -, quand il est représenté par un schéma qui superpose deux représentations graphiques, celle traditionnelle en anthropologie de la parenté, du système des appellations, et celle du système des attitudes, résumées à deux attitudes possibles : « Le signe + représente les relations libres et familières, le signe - les relations marquées par l'hostilité, l'antagonisme ou la réserve »¹⁰. Claude Lévi-Strauss établit en effet, à partir des observations ethnographiques disponibles, la « loi générale » suivante : les quatre éléments (frère, sœur, père, fils) sont « unis entre eux par deux couples d'opposition corrélatives, et tels que, dans chacune des deux génération en cause, il existe toujours une relation positive et une relation négative »¹¹. Ce n'est donc pas entre les termes qu'il y a une relation, comme le croyait Radcliffe-Brown, mais entre les relations entre les termes : cette découverte fondamentale marque une très importante avancée, que l'Ecole de Manchester va valider et approfondir ensuite (voir ci-dessous)¹². Selon Claude Lévi-Strauss, l'erreur commise par Radcliffe-Brown, qui l'empêcha de voir cette corrélation, fut de considérer que la relation avunculaire était une relation « dyadique » (entre deux éléments, un oncle maternel et un neveu), alors qu'elle est en réalité une relation « tétradique », qui suppose un frère, une sœur, un beau-frère et un neveu. Par conséquent, Lévi-Strauss reproche à Radcliffe-Brown d'avoir isolé arbitrairement « certains éléments d'une structure globale, et qui doit être traitée comme telle »¹³. Selon lui, par conséquent, c'est cette « structure élémentaire » à quatre termes qui constitue le véritable « atome de parenté » :

« Il n'y a pas d'existence qui puisse être conçue ou donnée en deçà des exigences fondamentales de sa structure, et d'autre part, il est l'unique matériau de construction des systèmes plus complexes. (...) »

⁹ Lévi-Strauss (1945), pp. 58-59.

¹⁰ Ibid., p. 60.

¹¹ Ibid., p. 62.

¹² Nadel (1957) ne s'y trompe pas, quand il écrit : « Par le terme de réseau je ne veux pas seulement indiquer les "liens" entre les personnes ; le terme de relation suffit à cela. Je veux plutôt indiquer qu'il y a liaison entre les liens eux-mêmes, ce qui a pour conséquence que ce qui arrive, pour ainsi dire, entre une paire de "nœuds" ne peut manquer d'affecter ce qui arrive entre une paire adjacente » [cité par Degenne et Forsé (1994), p. 72]. Si Nadel, explicitement, se réfère aux travaux de l'Ecole de Manchester évoqués ci-dessous, on ne peut manquer d'être frappé par la parenté entre cette conception et celle de Lévi-Strauss.

¹³ Lévi-Strauss (1945), p. 57.

Tout système de parenté est élaboré à partir de cette structure élémentaire se répétant, ou se développant par intégration de nouveaux éléments »¹⁴.

C'est dans cette perspective, celle d'une recherche des « structures élémentaires » des systèmes sociaux, et en particulier des systèmes de parenté, que doit se comprendre le « structuralisme » de l'anthropologie de Claude Lévi-Strauss. De ce point de vue, elle s'étend donc à partir d'une même opposition à une analyse des individus plutôt que des relations entre individus, que celle que l'on trouve chez Moreno ou chez Radcliffe-Brown, opposition qui l'intituleraient à être considérée comme une des sources d'inspiration de l'analyse structurale. La divergence entre « analyse structurale » et « structuralisme » apparaît en réalité au-delà de cette opposition initiale qui les réunit, et ne peut se comprendre que dans les critiques adressées par Claude Lévi-Strauss à la notion de « structure sociale » telle qu'elle a été définie par Radcliffe-Brown (1940) : « L'observation directe, écrit l'anthropologue britannique, nous montre que (...) les être humains sont reliés entre eux par un réseau complexe de relations sociales. J'emploie le terme de structure pour dénoter ce réseau de relations existantes »¹⁵. Force est de constater ici que si c'est le terme de « structure » qui a retenu l'attention de Claude Lévi-Strauss, comme celle de Radcliffe-Brown avant lui, la définition que ce dernier en donne revient à dire que la structure désigne... un « réseau » de relations. C'est sur ce point crucial que Lévi-Strauss, dans un texte intitulé « La notion de structure en ethnologie », exprime clairement son désaccord : selon lui en effet, la façon dont Radcliffe-Brown « réduit la structure sociale à l'ensemble des relations sociales existantes dans une société donnée »¹⁶, revient à confondre la grammaire et la syntaxe avec la langue parlée. Pour Lévi-Strauss donc, la « structure sociale » se distingue fondamentalement du « réseau » des relations sociales, comme le modèle se distingue de la réalité :

« Le principe fondamental est que la notion de structure ne se rapporte pas à la réalité empirique, mais aux modèles construits d'après celle-ci. Ainsi apparaît la différence entre deux notions si voisines qu'on les a souvent confondues, je veux dire celle de *structure sociale* et celle de *relations sociales*. Les *relations sociales* sont la matière première employée pour la construction des modèles qui rendent manifeste la *structure sociale* elle-même. En aucun cas celle-ci ne saurait donc être ramenée à l'ensemble des relations sociales, observables dans une société donnée »¹⁷.

C'est donc clairement, chez Lévi-Strauss, la notion de « structure » qui est privilégiée. Il n'ignore pas la notion de réseau, mais l'usage qu'il en fait est rare, et peu conceptualisé, comme par exemple quand il évoque les « réseaux d'intermariage »¹⁸. Mais la façon dont il définit un tel réseau, comme un ensemble « d'individus défini par les relations d'intermariage », montre que la notion de réseau, dans son esprit, désigne des ensembles observés de relations sociales, comme dans la conception de Radcliffe-Brown. La notion de structure, telle qu'elle est élaborée par Lévi-Strauss, a donc clairement une acception modélisatrice et déductiviste, contre laquelle vont réagir, dans les années cinquante, un certain nombre d'anthropologues britanniques, tels en particulier J. A. Barnes et Elizabeth Bott, dont Lévi-Strauss ne serait donc pas un « père », mais plutôt un « oncle » spirituel... A notre sens cependant, s'il y a là une divergence certaine entre les pistes suivies par l'analyse des réseaux, plutôt dans la continuation de la conception de Radcliffe-Brown de la « structure sociale », et celles retenues par le « structuralisme », nous aurons l'occasion, dans la suite, de discuter l'importance de ces divergences, ou de montrer que, malgré ces divergences, un grand nombre de problématiques et d'attitudes épistémologiques (y compris, en particulier, le formalisme, la modélisation et le déductivisme) de l'analyse des réseaux sociaux étaient déjà ébauchés, voire clairement détaillées, dans la pensée de Claude Lévi-Strauss.

C.3. L'Ecole de Manchester

Dans le courant des années cinquante, un certain nombre d'anthropologues britanniques, spécialisés dans l'étude des groupements urbains, constatant que les approches institutionnelles ne suffisent pas à rendre compte des comportements individuels dans des environnements sociaux complexes, s'inspirant des travaux de Radcliffe-Brown mais insatisfaits des orientations modélisatrices de l'anthropologie structurale de Claude Lévi-Strauss qui semblait dédaigner l'étude des relations interindividuelles concrètes, désireux aussi de rendre compte d'autres systèmes de relations que les systèmes de parenté¹⁹, vont faire faire une avancée notable (mais négligée par la bibliographie officielle du thème) à l'émergence de la notion de « réseau social » en anthropologie. Vont retenir en particulier notre attention ici, les travaux, pionniers dans le domaine de l'analyse anthropologique des réseaux sociaux, de « l'Ecole de Manchester » et en particulier de John A. Barnes, Elizabeth Bott et Clyde Mitchell²⁰.

¹⁴ Lévi-Strauss (1945), p. 65.

¹⁵ Cité par Degenne et Forsé (1994), p. 72.

¹⁶ Lévi-Strauss (1952), p. 361.

¹⁷ Lévi-Strauss (1952), pp. 331-332.

¹⁸ Lévi-Strauss (1952), p. 350.

¹⁹ Claude Lévi-Strauss (1952) constatait, de fait, que « les ethnologues se sont presque exclusivement occupés de structure à propos des problèmes de parenté » (p. 331).

²⁰ Pour une revue plus détaillée des travaux de l'Ecole de Manchester, voir Scott (1991), pp. 27-33.

I.C.3.1. John A. Barnes et les « réseaux sociaux »

Né en 1918, John A. Barnes²¹, membre comme ses collègues Bott et Mitchell du département d'anthropologie sociale de l'Université de Manchester, est très vraisemblablement le premier avoir introduit la notion de « social network » dans les sciences sociales²². Après avoir séjourné deux ans, au début des années 50, à Bremnes, une petite ville de 4.600 habitants située sur une île de la côte ouest de la Norvège, il publie en 1954, dans *Human Relations*, un article qui va devenir un classique et avoir une grande influence. L'objectif de Barnes est de rendre compte de l'organisation sociale d'une petite communauté, à travers l'analyse de l'ensemble des relations que ses membres entretiennent les uns avec les autres. Pour ce faire, il distingue trois « champs » sociaux : le premier, à base territoriale, comprenant les unités administratives et les associations volontaires, correspond à l'organisation politique et se caractérise par une certaine hiérarchie et par une grande stabilité ; le second, correspondant au système industriel, essentiellement organisé autour de la pêche ; enfin, le troisième champ social, sans frontières bien définies, désigne l'ensemble des relations informelles entre individus formellement égaux, connaissances, amis, voisins ou parents.

C'est précisément pour désigner ce troisième champ, qui se superpose aux champs territorial et industriel en traversant leurs frontières, que J. A. Barnes utilise la notion de « réseau social ». Mais Barnes ne s'est pas contenté d'introduire formellement la notion dans le vocabulaire des sciences sociales ; l'usage qu'il en a fait a largement contribué à la dégager de sa gangue métaphorique, pour la rendre plus directement opératoire. En particulier, Barnes établit un certain nombre de propriétés structurelles significatives des réseaux qu'il étudie, et qui se réfèrent à la « densité » des relations dont ils sont constitués : il remarque en effet d'une part que dans la population de cette île norvégienne, tous les individus peuvent être indirectement reliés entre eux par une chaîne qui ne comprend vraisemblablement pas plus de quatre relations d'interconnaissance²³ ; d'autre part, il constate que le plus souvent, les relations dans ces réseaux sont « transitives », ce qui signifie que lorsqu'un individu A a une relation avec un individu B et avec un individu C, il est plus probable que B et C soient aussi en relation²⁴. Plutôt que des résultats établis quantitativement, il s'agit là d'un certain nombre d'hypothèses formulées à partir de l'observation. Barnes n'a pas interrogé systématiquement tous les habitants de Bremnes sur leurs relations, ni effectué de relevé systématique de ces relations ; il n'a pas tracé de graphiques à la manière de ceux de Moreno ou de l'anthropologie des systèmes de parenté ; mais il a eu, à partir d'une tentative de mise en œuvre systématique des potentialités analytiques de la notion de réseau, un certain nombre d'intuitions fondamentales qui ouvrent la voie au développement, à la systématisation et à la formalisation des outils méthodologiques et conceptuels de l'analyse des réseaux.

I.C.3.2. Elizabeth Bott et la ségrégation des rôles conjugaux

Elizabeth Bott, une psychologue canadienne qui a étudié l'anthropologie sous la direction de William Lloyd Warner à Chicago, avait rejoint l'équipe de Manchester au début des années 50. Par son origine géographique et disciplinaire, elle avait une bonne connaissance des travaux sociométrique de Moreno, qu'elle cite explicitement dans ses travaux, comme le fait d'ailleurs son collègue Barnes. Étudiant la vie quotidienne d'un certain nombre de familles anglaises, elle s'intéresse en particulier aux relations de chacun des membres du couple avec leur parenté respective. Fortement influencée par les travaux de John Barnes, elle choisit de lui emprunter la notion de « réseau social » pour qualifier les différentes formes prises par ces relations avec la parenté. Dans l'ouvrage qui présente les résultats de cette longue étude, Bott (1957)²⁵ propose une approche « relationnelle » de la famille : selon elle, tout groupe domestique s'insère dans un réseau relationnel qui comprend à la fois des relations entre ses membres, et des relations avec des personnes extérieures à lui. A partir de cette conception « réticulaire » de la famille, elle formule une question fondamentale : y a-t-il une relation entre la forme du réseau interne, et celle du réseau externe ?

Pour répondre à cette question, elle analyse de façon approfondie le matériau ethnographique qu'elle a réuni, et qui porte sur un échantillon d'une vingtaine de familles londonniennes dont elle a décrit minutieusement les relations entre époux, entre parents et enfants, et entre membres de la famille et personnes extérieures à la famille. A partir de cette observation ethnographique, elle distingue deux catégories fondamentales de systèmes relationnels à l'intérieur du groupe domestique : soit les couples adoptent des « rôles conjugaux séparés », dans lesquels chacun mène ses activités sans s'occuper de l'autre, soit ils adoptent des « rôles conjugaux unis », dans lesquels les activités sont effectuées par les conjoints ensemble, ou par l'un ou l'autre indifféremment. Elizabeth Bott distingue ensuite les familles qu'elle a étudiées en fonction de la densité et de la « connexité » (*connectedness*) de leur réseau, et constate que les familles qui ont les réseaux de relations avec l'extérieur les plus denses, dans lesquels les liens de parenté sont importants, sont aussi celles qui adoptent le plus souvent des rôles conjugaux séparés. Associant la densité des réseaux de relations des conjoints aux familles qui sont restées longtemps au même endroit, ou qui n'ont jamais migré, elle explique cette corrélation entre la densité et la ségrégation des rôles conjugaux au fait que les époux,

²¹ Et non John E. Barnes (son véritable second prénom est Arundel), comme l'indiquent pourtant en chœur la bibliographie officielle du thème et celle de l'ouvrage de Degenne et Forsé (1994). Nous allons finir par croire que la première a été recopiée dans la seconde...

²² C'est en tout cas ce qu'affirment par exemple Mitchell (1974), ou encore Wasserman et Faust (1994), p. 10.

²³ Il faudra attendre les expériences de Milgram sur le « petit monde », à la fin des années 60, pour vérifier cette hypothèse. Voir en particulier Travers et Milgram (1969)

²⁴ Il retrouve là les hypothèses de la théorie de l'équilibre, dont la première formulation est due à Heider (1946).

²⁵ Pour un accès plus facile, voir Bott (1977). Une étude récente investit un domaine relativement similaire : Gatti (1998)

ayant pu maintenir leurs réseaux d'affinité et de soutien pré-conjugaux, recherchent moins de soutien affectif dans le couple, et au fait que les épouses trouvent à l'extérieur du couple l'aide nécessaire pour les travaux domestiques et les soins aux enfants.

De cette étude, il ressort donc que le degré de ségrégation des rôles entre époux, « l'intensité » des relations entre eux sont fortement corrélés avec la « densité » du réseau de leurs relations avec des personnes extérieures au groupe domestique : plus les relations du mari et de la femme avec des personnes extérieures sont nombreuses, plus leurs rôles à l'intérieur du groupe domestique sont distincts, et moins les relations entre eux sont intenses. L'étude de Bott est particulièrement novatrice, parce qu'à partir d'un matériau empirique important, elle parvient à expliquer des comportements individuels et la construction de rôles sociaux à partir non pas des attributs des individus, mais à partir des propriétés structurales des réseaux sociaux dans lesquels ils s'insèrent. A travers la notion de « densité » du réseau, utilisée systématiquement comme une « variable indépendante » dans l'explication sociologique, elle élabore une conception structurale de la causalité, qui contribue nettement à faire de la notion de réseau un véritable concept analytique, c'est-à-dire susceptible de se prêter à des vérifications empiriques, à l'élaboration de concepts opératoires et à la mise au jour de propriétés structurales mesurables. Avec les travaux de Barnes, de Bott, mais aussi avec ceux de Mitchell (1969) que nous aborderons plus loin (voir ci-dessous, Deuxième partie), l'École de Manchester a apporté à l'analyse des réseaux sociaux un certain nombre de concepts fondamentaux – densité, connexité, groupabilité (en anglais : *clusterability*), multiplicité - permettant de décrire les propriétés formelles des réseaux et d'analyser leurs effets sur les comportements individuels. S'agissant par exemple de la densité des réseaux, dans un premier temps certes, ni Barnes (1954) ni Bott (1957) n'en propose une définition et une mesure formalisées. C'est qu'à leur approche anthropologique comme d'ailleurs dans une moindre mesure à l'approche sociométrique présentée précédemment, il manque encore un certain nombre d'outils : ce sont les développements de la théorie mathématique après la Seconde guerre mondiale qui vont les apporter, en particulier avec la théorie des graphes et les applications de l'algèbre linéaire aux données relationnelles.

D. Les « fondateurs »

Dans sa conférence de 1952 sur « la notion de structure en ethnologie », Claude Lévi-Strauss considérait avec une certaine prudence, pour ne pas dire avec scepticisme, les vertus heuristiques possibles de la quantification pour les approches structuralistes : « On dit parfois, affirmait-il, que la notion de structure permet d'introduire la mesure en ethnologie. Cette idée a pu résulter de l'emploi de formules mathématiques – ou d'apparence telle – dans des ouvrages ethnologiques récents. (...) Pourtant il n'existe aucune connexion nécessaire entre la notion de *mesure* et celle de *structure* »²⁶. Nous ne savons pas si cette relation est nécessaire, autrement dit si la notion de structure impose nécessairement des procédures descriptives et interprétatives recourant à la quantification, donc aux outils mathématiques et statistiques ; ce qui en revanche est indiscutable, historiquement sinon logiquement ou ontologiquement, c'est que l'introduction d'un certain nombre d'outils mathématiques dans l'analyse des réseaux sociaux a permis à cette approche particulière de faire un certain nombre d'avancées méthodologiques décisives. Précisément, deux développements vont être fondamentaux pour la méthodologie de l'analyse des réseaux sociaux : ceux de la théorie des graphes et de l'application de l'algèbre linéaire aux données relationnelles. En même temps que nous présenterons ici rapidement l'histoire de ces développements et de leur application à l'analyse des réseaux sociaux, nous en profiterons pour donner un premier aperçu de leurs principes et de leurs concepts essentiels, en essayant de traduire leurs fondements mathématiques en langage naturel.

D.1. La théorie des graphes

D.1.1. Petite histoire de la théorie des graphes

Les origines de la théorie des graphes sont anciennes, puisqu'elles remontent aux travaux pionniers du mathématicien Euler, dès le XVIII^e siècle, en particulier sur le fameux jeu mathématique dit des « ponts de Königsberg » : étant donnée la configuration de la ville traversée par plusieurs cours d'eau, il s'agissait de trouver un chemin passant par tous les ponts de la ville, mais ne passant par chaque pont qu'une seule fois. Euler résolut le problème en représentant de façon abstraite la carte de Königsberg par un « graphique » dans lequel chaque quartier de la ville était figuré par un point, et chaque pont par un trait joignant les deux « points » correspondants aux quartiers que le pont permettait de relier. L'application de ces représentations graphiques fut longtemps cantonnée à la solution de « jeux mathématiques », comme c'était notamment encore le cas dans les développements proposés par le mathématicien français André Sainte-Laguë dans la première moitié du XX^e siècle : son ouvrage intitulé *Avec des nombres et des lignes*, republié récemment, est une formidable compilation de ce qu'on appelait alors des « récréations mathématiques », reposant sur des problèmes de chemins, de déplacements ou de permutations, résolus à l'aide de ce qu'il appelait des « réseaux » ou des « graphes »²⁷.

Si, ensuite, les premières formulations synthétiques de la théorie des graphes sont dues à l'Allemand König (1936), elles ne se répandirent en fait qu'après la Seconde guerre mondiale : la première publication de ses travaux, dans le contexte particulier de

²⁶ Lévi-Strauss (1952), p. 336.

²⁷ Sainte-Laguë (1937), *Avec des nombres et des lignes*, Paris, Vuibert, 1^{ère} éd. 1937, avant-propos de André Délédictq et Claude Berge. C'est dix ans avant cet ouvrage que Sainte-Laguë (1926) avait posé les bases du traitement graphique d'un certain nombre de problèmes mathématiques, dans *Les réseaux (ou graphes)*, Paris, Gauthier Villars Et Cie.

l'Allemagne de la seconde moitié des années 30, était passée inaperçue, et ce n'est qu'en 1950, avec leur republication aux Etats-Unis, qu'elle rencontre enfin une plus large audience. C'est à partir de ce moment, au début des années 50, que des mathématiciens comme Cartwright, Harary, ou encore Norman s'en emparent pour formaliser un certain nombre d'études portant sur les inter-relations entre individus²⁸ : ils sont par exemple les premiers, en 1953, à appliquer la théorie des graphes de König à la théorie des groupes développée par Lewin (1936), ou encore à formaliser dans le langage des graphes et à quantifier, en 1956, les propositions de la théorie de l'équilibre de Heider, formulée dans le milieu des années 40 (voir ci-dessous, Troisième partie). Certes, Moreno, avec « l'invention » du sociogramme, avait ouvert la voie de l'utilisation des graphes dans le domaine des sciences sociales, mais leur formalisation était restée superficielle et souvent brouillonne. C'est donc bien grâce aux renforts de mathématiciens que l'application de la théorie des graphes à l'analyse des réseaux s'est véritablement imposée. C'est que son apport est double : d'une part les graphes permettent une représentation graphique des réseaux de relations, qui facilite leur visualisation, permet leur exploration et la mise en lumière d'un certain nombre de leur propriétés structurales ; d'autre part, la théorie des graphes ne consiste pas seulement dans une méthode de représentation graphique, mais développe de façon systématique et articulée un corpus extrêmement riche de concepts formels permettant de qualifier, de distinguer et de classer les structures relationnelles en fonction d'un certain nombre de propriétés fondamentales de distribution et d'agencement des relations entre éléments²⁹.

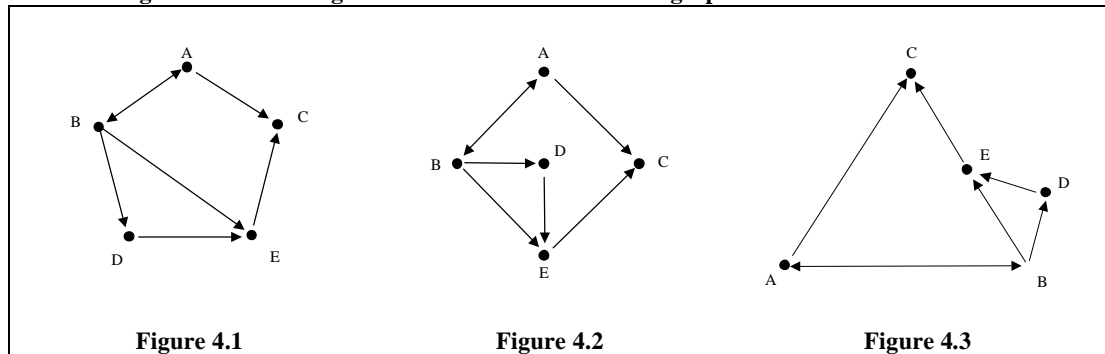
D.1.2. Une représentation graphique des réseaux de relations

Pour faire bien comprendre ce que la théorie des graphes peut tout d'abord apporter à la « visualisation » des réseaux de relations, le plus simple est d'en donner un exemple. Imaginons que nous voulons étudier, dans cet exemple fictif volontairement simple, le réseau des « inter-citations » entre cinq sociologues, à partir de l'étude de leurs publications et des références bibliographiques qu'elles contiennent. En examinant les bibliographies figurant à la fin de leurs travaux, nous constatons que : le sociologue A cite le sociologue B et le sociologue C ; le sociologue B cite les sociologues A, D et E ; le sociologue C ne cite personne ; D cite E ; et enfin, E cite C. Sous cette forme, une telle énumération ne laisse que très difficilement entrevoir les particularités du réseau formé par ces inter-citations, même si l'on peut tout de même apercevoir que B cite un grand nombre de ces collègues, tandis que C n'en cite aucun. Utilisons maintenant une représentation de ces relations sous forme de graphe (voir Figure 4.1). Jusqu'à présent nous avons parlé d'individus et de relations, ou de points et de lignes. Le langage des graphes, qui a sa terminologie propre, utilise la terme de « sommet » pour désigner les individus, et ceux d'*arcs* ou d'*arêtes* pour désigner les relations : une relation est représentée par un « arc » (autrement dit, une flèche), quand elle est orientée, c'est-à-dire quand elle a une direction (comme c'est le cas dans notre exemple, puisqu'une « citation » a un émetteur, celui qui cite, et un récepteur, celui qui est cité), et par une « arête » quand elle ne l'est pas (il s'agit alors d'un simple trait).

Un certain nombre de raffinements auraient pu être apportés à cette représentation graphique simple, en fonction des propriétés des relations qu'elle sert à représenter. On a déjà vu que les graphes peuvent être « orientés » ou non, selon que les relations le sont ou non ; par exemple, elles peuvent ne pas l'être si on choisit de ne retenir que les relations parfaitement réciproques (deux sociologues se citant mutuellement, par exemple), ou bien si les relations n'ont par nature ou par construction pas de « direction » (appartenance à une même association, cohabitation, se serrer la main...). Les graphes peuvent aussi être « signés », c'est-à-dire qu'un signe positif ou négatif peut être affecté à chaque arc ou à chaque arête, en fonction de la nature des relations : la sociométrie a fait un grand usage de cette possibilité pour distinguer les relations de choix (+) et les relations de rejet (-), et on peut ajouter que les graphiques proposés par Lévi-Strauss (1945) (voir ci-dessus, Figure 3) pourraient très facilement être retraduits en graphes signés, avec leurs relations de familiarité (+) ou d'hostilité (-). Dans notre cas, au lieu de s'en tenir à la simple présence ou absence d'une citation, nous aurions pu, par une lecture approfondie des ouvrages, essayer de déterminer cas par cas si la citation est amicale (+) ou au contraire inamicale (-). Nous aurions pu aussi élaborer un graphe « valué » en affectant une valeur à chaque relation, pour échapper à l'alternative grossière entre la simple présence et l'absence de relation : la théorie des graphes se donne ainsi les moyens de prendre en compte l'intensité des relations, ou la quantité de biens (matériels ou immatériels, comme l'information) qu'elles véhiculent. Dans notre exemple, nous aurions ainsi pu compter le nombre de citations de chacun par chacun, au lieu de nous en tenir à enregistrer la présence d'au moins une citation de tel ou tel collègue.

²⁸ Pour une synthèse de ces développements, voir Harary, Norman et Cartwright (1965). Il existe de leur ouvrage une traduction française, qui figure dans la bibliographie officielle du thème « Les réseaux sociaux » : *Introduction à la théorie des graphes orientés*, Paris, Dunod, 1968.

²⁹ Pour une présentation plus détaillée de la théorie des graphes, on se reportera à Degenne et Forsé (1994), chapitre III, pp. 77-92 ; sur les graphes et le calcul matriciel, on pourra aussi consulter, en français, Blum (1991), chapitre 3 : « Vecteurs et matrices », et chapitre 4 : « Les graphes » ; en anglais, Wasserman et Faust (1994), Part II : « Mathematical Representations of Social Networks », pp. 67-16. En outre, nous avons constitué une ébauche de « Dictionnaire des réseaux », présentant notamment les définitions des principales notions de la théorie des graphes, qu'il était impossible d'annexer à cette direction de travail, mais que l'on peut consulter sur le site internet de la préparation aux épreuves de sociologie de l'agrégation de sciences économiques et sociales, réalisé par la section de sociologie de l'ENS-LSH de Lyon : http://ens-dev.ens-lsh.fr/pmerckle/agregation/agregation_index.php

Figure 4. Trois sociogrammes alternatifs d'un même graphe d'ordre 5

Le sociogramme que nous obtenons ici en représentant chaque sociologue par un sommet, et chaque occurrence d'au moins une citation par un arc, est donc la représentation d'un graphe orienté, mais non signé et non valué (Figure 3.1). En cela, il est tout à fait conforme à l'essence de la théorie des graphes, qui ne tire sa puissance graphique que de la combinaison de deux éléments, des sommets et des arcs. Comme le souligne Daniel Parrochia (1993), la théorie des graphes ne retient « des réseaux concrets que la forme la plus épurée, autrement dit, le nombre de leurs sommets et la disposition de leurs arcs » (p. 215). La présentation que fait Jacques Bertin (1967) du « réseau » comme mode de représentation graphique correspond parfaitement à ce principe :

« La construction graphique est un réseau lorsque les correspondances dans le plan peuvent s'établir entre tous les éléments d'une même composante. (...) L'originalité de l'information tient aux *correspondances observées* qui doivent *tracer l'image la plus efficace, la plus simple possible*. Chaque information constitue donc un problème particulier de construction et le réseau se distingue du diagramme dans le processus de l'invention de l'image. *Dans le diagramme*, on commence par donner une signification aux dimensions du plan, puis l'on place les correspondances. *Dans le réseau* on peut placer les figures dans un plan sans signification, et chercher ensuite la disposition qui offre le minimum de croisements ou la figure la plus simple. Après cette *transformation*, la représentation graphique doit offrir l'efficacité la plus grande. Celle-ci a comme base la découverte d'un ordre significatif exprimé par le plan. Dans un réseau, la grosseur des points, la longueur et la forme des lignes, la dimension et la forme des zones, n'ont en principe, pas de signification dans le plan. *Seule, leur présence* signifie présence d'un élément ou d'une correspondance entre deux éléments » (p. 269).

La disposition relative des sommets, les distances entre eux et donc la longueur des arcs, ne sont pas significatives : la clarté de la représentation est la première raison d'être du sociogramme, et à ce titre, comme le souligne Pierre Parlebas, de véritables progrès ont été accomplis depuis les sociogrammes de Moreno (voir ci-dessus, Figure 2), souvent très enchevêtrés. Dans cette optique, un certain nombre de conventions sont généralement mises en œuvre : par exemple, comme nous l'avons fait dans la Figure 4.1, les sommets peuvent être disposés sur un cercle invisible à égale distance les uns des autres, de façons à minimiser les variations de longueur des arcs, et dans un ordre tel que le nombre d'intersections d'arcs est minimal. Mais d'autres dispositions, strictement équivalentes à celle-ci du point de vue des propriétés structurales qu'elles décrivent, peuvent être élaborées (Figure 4.2 et 4.3). Le sociogramme facilite la perception du réseau des citations entre ces sociologues : on voit par exemple, plus facilement que dans la fastidieuse énumération qui précède, que la seule relation réciproque est celle entre A et B ; on voit encore mieux qu'il n'y a aucun sociologue totalement isolé des autres, et que l'ensemble ne se divise pas non plus en deux groupes distincts, sans relations entre eux

D.1.3. Un outillage conceptuel pour la description des propriétés des structures

S'il ne s'agissait que de « visualiser » des réseaux, il n'y aurait guère de différence entre les sociogrammes moréniens et les graphes modernes, malgré les progrès accomplis en termes de « sémiologie graphique ». Comme l'explique bien Pierre Parlebas (1992), la théorie des graphes offre plus que cela : un arsenal de concepts, de théorèmes, d'algorithmes et de raisonnements propices à l'analyse des réseaux, et grâce auxquels la figuration graphique dépasse la simple représentation pour autoriser un traitement mathématique générateur de connaissances nouvelles (p. 104). En effet, les quelques propriétés que nous venons de « visualiser », et bien d'autres peuvent être conceptualisées à l'aide de la théorie des graphes, et c'est cet « outillage » conceptuel, qui constitue son second apport fondamental à l'analyse des réseaux, que nous allons maintenant rapidement survoler. Un certain nombre de ces outils servent tout d'abord à caractériser les sommets. Le *degré* d'un sommet correspond au nombre d'arcs qui en partent ou y arrivent, et constitue donc une mesure de la taille de son voisinage (composé de l'ensemble des sommets qui lui sont reliés). De ce fait, le degré d'un sommet peut donc être pris en général comme un indicateur de son intégration ou au contraire de son isolement dans l'ensemble du réseau, ou bien encore comme un indicateur de sa *centralité* : on mesurera ainsi la *centralité de degré* d'un sommet par le rapport entre son degré et le nombre de sommets auxquels il pourrait être relié. Dans notre exemple B et E sont des sommets de degré 3, alors que A, C et D sont seulement de degré 2. Il est possible ensuite, dans le cas des graphes orientés, de distinguer le *demi-degré extérieur* d'un sommet, qui correspond au nombre d'arcs qui en partent, et son *demi-degré intérieur*, qui correspond au nombre d'arcs qui y arrivent. Ici,

les sommets qui possèdent le demi-degré intérieur le plus élevé sont les sommet C et E, ce qui peut être pris comme un indicateur de leur « popularité » parmi leurs collègues, ou bien de la visibilité et de la reconnaissance de leurs travaux. On constate aussi, que B et E, de degré identique, se distinguent par le rapport entre leur demi-degré intérieur et leur demi-degré extérieur : B « s'intègre » par sa propension à citer un grand nombre de ses collègues, tandis que E « est intégré » par le grand nombre de citations dont il fait l'objet.

La distinction qui précède peut être détaillée à l'aide d'un certain nombre de concepts de la théorie des graphes qui visent à décrire, cette fois, les propriétés des agencements relatifs entre les sommets. Tout d'abord, deux sommets sont dits *adjacents* s'il existe un arc entre eux : ici, A et C sont adjacents, A étant le *prédécesseur* de C, et C le *successeur* de A. S'ils sont adjacents, la *distance* (ou *longueur*) entre eux est égale à 1 ; s'ils ne le sont pas, il faut déterminer s'il existe entre eux un *chemin*, c'est-à-dire s'ils sont reliés indirectement par une suite d'arcs telle que l'*extrémité finale* de l'un soit attachée à l'*extrémité initiale* de l'arc suivant, et que cette suite permette d'aller d'un des sommets à l'autre. Dans notre exemple, B et C ne sont pas adjacents, mais il existe trois chemins entre eux de longueurs différentes : l'un de longueur de longueur 2 qui passe par A, un autre de longueur 2 aussi qui passe par E, et enfin le dernier de longueur 3 qui passe par D et E. On dira alors que la *distance géodésique* de B à C est de 2 (elle correspond à la longueur du plus court des chemins entre eux). Des sommets peuvent donc être reliés entre eux directement (s'ils sont adjacents) ou indirectement : on dira alors qu'un sommet x est un *ascendant* du sommet y s'il existe un chemin de longueur quelconque reliant x à y, qui alors un *descendant* de x. On voit ici que A est ascendant de tous les autres sommets du graphe, comme B d'ailleurs : A et B sont ce qu'on appelle alors des *racines* du graphe ; inversement C est un descendant de tous les autres sommets, c'est-à-dire ce qu'on appelle une *anti-racine*. La notion de chemin est donc fondamentale en théorie des graphes, en cela qu'elle permet d'examiner des liaisons indirectes entre les sommets, et donc de passer d'une conception « dyadique » (de l'ordre des relations entre paires) à une conception structurale plus globale de l'agencement relatif des sommets : dans notre exemple, nous avons affaire visiblement à un réseau qui s'apparente presque parfaitement à un *graphe hiérarchique*, c'est-à-dire à un graphe dans lequel il n'y a aucun *circuit*, sachant qu'on appelle circuit un chemin dont l'extrémité initiale coïncide avec l'extrémité finale. En fait, il n'y a dans ce graphe qu'un seul circuit, entre A et B qui se citent mutuellement, et il suffirait que A ne cite pas B, ou que B ne cite pas A, pour le transformer en graphe hiérarchique parfait.

Le dernier registre d'outils conceptuels de la théorie des graphes a pour objet la description de certaines propriétés globales des réseaux, à travers en particulier les notions de densité et de connexité. Un graphe se caractérise d'abord, très simplement, par son ordre, c'est-à-dire par son nombre de sommets. Notre réseau de sociologues constitue ainsi un graphe d'ordre 5. A partir de cette première indication élémentaire, et du décompte du nombre des arcs, il est possible de caractériser précisément la densité d'un réseau, et donc de transformer la métaphore à laquelle recouraient Barnes et Bott (voir ci-dessus, I.C.3) en un véritable concept analytique : dans le langage de la théorie des graphes, la *densité*, par exemple d'un graphe orienté, est le rapport (variant entre 0 et 1) entre le nombre d'arcs observés dans un réseau et le nombre maximum d'arcs possibles dans ce réseau. S'il s'agit d'un graphe d'ordre n, alors le nombre maximum d'arcs possible est $n(n-1)$. On mesure donc la densité d'un graphe par le rapport entre le nombre d'*arcs* de ce graphe et le nombre d'arcs que comporte le *graphe complet* ayant le même nombre de *sommets*. Si n est le nombre de sommets, et k le nombre d'arcs d'un graphe, alors la densité de ce graphe est égale à :

$$d = \frac{k}{n(n-1)}$$

Quand la densité d'un graphe est de 1, cela veut dire que toutes les relations possibles existent réellement. Dans le cas d'un graphe non orienté, un graphe dont toutes les arêtes possibles sont réalisées, est un *graphe complet*, ou une *clique*. A l'opposé de la clique, on trouve un réseau dont la densité est nulle (mais peut-on encore parler de réseau, alors ?), autrement dit un réseau composé d'éléments parfaitement isolés, n'entretenant entre eux aucune relation. Dans notre exemple, sur 20 arcs possibles, 7 sont réalisés, soit une densité de 0.35. Un graphe, enfin, se caractérise non seulement par sa densité, mais aussi par sa *connexité* : on dira qu'un graphe est connexe si pour chaque couple de sommets, il existe une chaîne permettant de les relier, ce qui signifie qu'il n'existe aucun sommet isolé des autres. Si un graphe n'est pas connexe, ses parties qui le sont, seront appelées ses *composantes connexes*. Il est facile de voir que densité et connexité sont des notions différentes : un graphe qui n'est pas connexe, peut être extrêmement dense, par exemple s'il est constitué d'une clique importante et de quelques sommets isolés ; inversement, un simple ligne, composée de sommets reliés chacun seulement à deux sommets adjacents, est connexe, mais peu dense. Notre réseau de sociologue peut être qualifié de connexe, dans la mesure où aucun sociologue n'est isolé des autres. Mais on parlera ici de connexité simple, dans la mesure il n'existe pas pour chaque couple de sommet un chemin permettant d'aller de l'un à l'autre, dans un sens *et* dans l'autre (dans le cas contraire, on aurait parlé de graphe *fortement connexe*) : il est possible d'aller de A à C, mais il n'y a aucun chemin permettant d'aller de C à A.

Reprenons rapidement l'exposé des propriétés structurales du réseau fictif de sociologues qui nous a servi d'illustration pour présenter quelques uns (seulement) des différents concepts analytiques développés par la théorie des graphes : s'agit-il d'une communauté extrêmement soudée, dans laquelle chacun cite chacun ? A-t-on plutôt affaire à deux écoles nettement séparées l'une de l'autre, au sein desquelles on se cite, mais où l'on ne cite jamais les sociologues de « l'autre école » ? Dans notre exemple fictif, c'est plutôt un autre modèle qui se dessine : le graphe est simplement connexe, il n'y a donc pas deux écoles affrontées ; mais sa densité est faible, ce qui n'autorise guère à parler d'une communauté intellectuelle fortement soudée. Surtout, la présence de deux racines et d'une anti-racine rapproche ce réseau de ce qu'on pourrait appeler une hiérarchie : à un extrême, il y a le sociologue C, que nombre de ses collègues citent mais qui ne cite aucun d'entre eux, et à l'autre il y a A et B, qui citent leur collègues mais qu'on ne cite pas, et qui sont unis toutefois dans l'adversité par le jeu de citations réciproques qu'ils entretiennent. Comment pourrait-on expliquer cette hiérarchie ? La nature de la relation étudiée (la citation) invite à quelques hypothèses, l'une diachronique et l'autre synchronique : peut-être C est-il plus âgé que les autres, peut-être appartient-il à une génération de sociologues plus ancienne, tandis que A et B sont des nouveaux entrants dans la discipline : C ne les cite pas parce qu'au moment où il a écrit, il ne connaissait pas les travaux de ses collègues plus jeunes, qui eux se doivent de citer

leurs prédécesseurs. Si au contraire ces cinq sociologues appartiennent à la même génération, alors peut-être C est-il un chercheur appartenant à une discipline voisine de la sociologie, que les sociologues A et E importent dans le champ en le citant ? Ou bien au contraire C occupe-t-il une position dominante dans ce champ, qui oblige les autres à le citer sans que lui ait à citer les autres ?

Toute ressemblance avec la réalité structurale du champ sociologique, voire du champ spécifique de l'analyse des réseaux sociaux, est évidemment fortuite... Mais on peut tirer quelques enseignements programmatiques de cette fiction, qui permettent de souligner les potentialités analytiques de l'analyse des réseaux sociaux. Tout d'abord, elle permet de souligner la différence entre la « métaphore » graphique du réseau, telle qu'elle est par exemple figurée par « l'arbre généalogique » de l'analyse des réseaux sociaux de Scott (Figure 1) et un modèle analytique construit d'après l'observation du jeu de citations qui peuvent être considérées comme les indicateurs d'une telle généalogie. Que signifient les arcs de l'arbre généalogique de Scott et leur orientation ? Qu'émettent les prédécesseurs et que reçoivent leurs successeurs ? Des idées, des concepts, des méthodes ? Voilà qui est bien difficile à vérifier empiriquement. Dans le cadre d'une sociologie structurale de la réception des idées et des œuvres qui reste à construire, la citation, qui est orientée dans le sens inverse des « flèches » de Scott, est certainement, une des relations tangibles, empiriquement observables, du réseau généalogique de l'histoire de l'analyse des réseaux sociaux.

D.2. Les matrices

Notre exemple peut servir aussi à montrer que les vertus heuristiques de l'association entre les deux apports de la théorie des graphes, la représentation graphique et l'outillage conceptuel, sont en réalité fragiles : dans un graphe d'ordre 5 comme celui de notre exemple fictif, il est encore relativement facile, comme nous l'avons fait, de trouver les racines, les circuits, de mesurer les distances entre sommets ou la densité du graphe, ou encore de dire s'il est simplement ou fortement connexe. Imaginons maintenant que l'on décide d'étudier le réseau des spécialistes de l'analyse des réseaux à partir des références bibliographiques figurant à la fin de leurs ouvrages. La bibliographie de Wasserman et Faust (1994) fait plus de 40 pages et comporte plus de 900 références... Le graphe qui en résulterait, comportant, plusieurs dizaines de sommets, et plusieurs centaines d'arcs, risquerait fort d'être parfaitement illisible, et rendrait en tout cas impossible toute mesure de distance, la recherche de racines, de circuits, etc. Pour s'en convaincre, il suffit de jeter un nouveau coup d'œil au sociogramme de Moreno que nous avions reproduit en Figure 2, et qui ne comprenait pourtant que 31 sommets : essayez d'en calculer la densité, ou bien d'en retrouver rapidement toutes les racines, par exemple... « L'avantage didactique »³⁰ des sociogrammes apparaît alors extrêmement discutable. C'est un autre domaine des mathématiques qui va aider à surmonter cet obstacle, en permettant, au prix du sacrifice des vertus graphiques, d'accroître les vertus analytiques de la théorie des graphes : il s'agit de l'algèbre linéaire et du calcul matriciel, qui permettent en quelque sorte d'échanger la représentation contre l'information. Quelques applications des matrices aux données relationnelles sont présentées ici de façon très rapide, dans la mesure où nous aurons ensuite plusieurs occasions d'y revenir, au cours de l'analyse des modèles mis en œuvre par l'analyse des réseaux, puis de la présentation de ses principaux résultats empiriques.

J. L. Moreno avait déjà eu recours, dès les années 30, à la représentation des choix sociométriques sous forme de matrices, mais privilégiait clairement l'utilisation des sociogrammes. Or, les limites et les biais des sociogrammes sont connus : d'une part, comme nous l'avons vu, ils ne permettent pas de rendre compte efficacement de réseaux de grande taille, et ne facilitent guère les calculs de densité, de distance, de centralité, etc. ; d'autre part, force est de constater qu'à partir des mêmes données de départ, la littérature sociométrique des années 30 et 40 proposait, selon les chercheurs, un nombre extrêmement élevé de sociogrammes très différents les uns des autres (voir Figure 4), dans la mesure où le placement des points dans l'espace est arbitraire. Comme le font remarquer Knoke et Kuklinski (1982), « malheureusement, un nombre virtuellement infini de diagrammes peuvent être dessinés, qui contiennent les mêmes informations relationnelles mais produisent des impressions fortement différentes » (p. 38). Dans notre exemple, la Figure 4.1 évoque un modèle non hiérarchique du type « cercle social » ou communauté d'égaux ; la Figure 4.2 ressemble plutôt au modèle hiérarchique « centre/périphérie » ; et la Figure 4.3 traduit en revanche un modèle hiérarchique pyramidal.

Un débat s'était engagé à la fin des années 40 sur ce sujet, dans lequel L. Katz (1947) défendit, contre Moreno, l'utilisation des matrices plutôt que des sociogrammes, pour communiquer et présenter les données relationnelles de façon plus objective. Il fut aussi un des premiers à montrer que ce type de représentation facilitait l'exploration des structures sociales, en mettant en œuvre quelques manipulations simples, comme les décompositions pour faciliter les comparaisons entre différents types de relations, ou les permutations pour montrer l'existence de sous-groupes. Dans le domaine de la recherche des sous-groupes constitutifs d'une structure sociale, Festinger (1949) montra, peu de temps après, les potentialités offertes par les calculs de produits de matrices, qui permettaient aussi de mettre en lumière l'existence de chaînes et de chemins entre sommets non adjacents, beaucoup plus facilement en tout cas qu'à l'aide des sociogrammes.

L'idée que les matrices peuvent être utilisées pour représenter et surtout manipuler des données de réseaux sociaux, fit petit à petit son chemin. Avec les développements de l'informatique dans les années 50 et 60, et la puissance de calcul grandissante qu'ils offraient, les sociogrammes perdaient ainsi peu à peu de leur importance, au profit des représentations et des manipulations matricielles. Les années 70 voient l'aboutissement de ce mouvement entamé aux lendemains de la Seconde guerre mondiale ; et c'est à Harvard, en particulier sous l'impulsion finalement décisive de Harrison White et de ses associés que se produit l'avancée qui conduit à l'élaboration des principes, des concepts et des outils de l'analyse des réseaux telle que nous la connaissons aujourd'hui, à partir du recours systématique à la représentation matricielle des données relationnelles³¹.

³⁰ L'expression est de Knoke et Kuklinski (1982), p. 38.

³¹ Sur Harrison White et le groupe de Harvard, voir Mullins (1973).

Le rôle de White dans l'émergence, finalement, du courant actuel de la *structural analysis* anglo-saxonne, est essentiel, d'abord tout simplement parce qu'il a formé la grande majorité des spécialistes actuels les plus reconnus de l'analyse des réseaux sociaux : Stephen Berkowitz, Mark Granovetter, Ronald Breiger, ou encore François Lorrain, pour n'en citer que quelques uns furent en effet ses étudiants à Harvard. C'est d'ailleurs Barry Wellman, un des membres de ce « groupe de Harvard », ainsi constitué autour de Harrison White, qui est à l'origine de la création de l'INSNA (International Network of Social Network Analysts) à la fin des années 70. C'est donc à ce premier titre que Harrison White peut être considéré comme un des principaux « fondateurs » de l'analyse des réseaux sociaux telle qu'elle se présente aujourd'hui. Mais au moins autant que par sa contribution à la légitimation et à l'institutionnalisation de l'analyse des réseaux, la contribution de White et de son groupe réside dans leurs apports en termes de concepts et de modèles, en particulier dans le domaine de la théorie de l'équivalence structurale et dans les approches en termes de « blockmodels » (voir ci-dessous, Troisième partie, à propos des « modèles d'équivalence structurale »). White est véritablement le premier à proposer des procédures systématiques, appuyés sur des modèles algébriques et sur le calcul matriciel, pour représenter, formaliser et explorer les corpus de données relationnelles.

Nous nous contenterons de présenter ici les éléments de base de l'application du calcul matriciel aux données relationnelles, et d'en donner quelques exemples simples, mais qui suffiront dans un premier temps à en montrer les potentialités. L'idée fondamentale consiste à représenter un graphe, c'est-à-dire un ensemble de sommets et de relations (orientées ou non) entre ces sommets, par une matrice carrée, appelée « matrice d'adjacence ». Cette matrice est un tableau de chiffres qui dans le cas qui nous intéresse, comporte autant de colonnes que de lignes. Dans cette matrice, notée M , chaque ligne correspond à un sommet du graphe, de même que chaque colonne, dans le même ordre que celui qui a été choisi pour les lignes. On dit que la matrice M est de terme général m_{ij} , ce qui signifie qu'on y trouve le nombre m_{ij} à l'intersection de la ligne i et de la colonne j . Par convention, dans une matrice d'adjacence, $m_{ij} = 1$ si le sommet i est un prédécesseur du sommet j , c'est-à-dire s'il y a une relation de i vers j ; dans le cas contraire, $m_{ij} = 0$. Dans l'exemple que nous avons utilisé jusqu'à présent, le 1 à l'intersection de la ligne A et de la ligne C traduit le fait que A cite C. Complétons un peu cet exemple pour le rendre plus « réaliste », en ajoutant que chacun des cinq sociologues se cite lui-même, ce qui fait que dans la matrice d'adjacence correspondante, qui est une matrice carrée binaire d'ordre 5, la diagonale ne contient que des 1 (voir Figure 5).

Figure 5. Matrice d'adjacence d'un graphe orienté non valué d'ordre 5

	A	B	C	D	E
A	1	1	1	0	0
B	1	1	0	1	1
C	0	0	1	0	0
D	0	0	0	1	1
E	0	0	1	0	1

Tous les types de graphes évoqués précédemment peuvent être traduits sous forme de matrices d'adjacence : si le graphe n'est pas orienté, la matrice est symétrique, c'est-à-dire que la valeur figurant dans la cellule (i,j) est identique à la valeur (j,i) ; si le graphe est valué, la valeur figurant dans chaque cellule correspondra à la *valence* de chaque arc; si le graphe est signé, il est possible, soit de figurer les rejets par la valeur -1, soit de produire deux matrices binaires différentes, l'une pour les choix et l'autre pour les rejets.

Figure 6. Opérations sur les matrices d'adjacence

<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>A</th> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>B</th> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>D</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>E</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>C</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Figure 6.1.</p>		A	B	D	E	C	A	1	1	0	0	1	B	1	1	1	1	0	D	0	0	1	1	0	E	0	0	0	1	1	C	0	0	0	0	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>A</th> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>B</th> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>D</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>E</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>C</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Figure 6.2.</p>		A	B	D	E	C	A	1	1	0	0	1	B	1	1	1	1	0	D	0	0	1	1	0	E	0	0	0	1	1	C	0	0	0	0	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>AB</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>AB</th> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>D</th> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>E</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>C</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Figure 6.3.</p>		AB	D	E	C	AB	1	1	1	1	D	0	1	1	0	E	0	0	1	1	C	0	0	0	1
	A	B	D	E	C																																																																																														
A	1	1	0	0	1																																																																																														
B	1	1	1	1	0																																																																																														
D	0	0	1	1	0																																																																																														
E	0	0	0	1	1																																																																																														
C	0	0	0	0	1																																																																																														
	A	B	D	E	C																																																																																														
A	1	1	0	0	1																																																																																														
B	1	1	1	1	0																																																																																														
D	0	0	1	1	0																																																																																														
E	0	0	0	1	1																																																																																														
C	0	0	0	0	1																																																																																														
	AB	D	E	C																																																																																															
AB	1	1	1	1																																																																																															
D	0	1	1	0																																																																																															
E	0	0	1	1																																																																																															
C	0	0	0	1																																																																																															

L'ordre des lignes et des colonnes étant conventionnel, comme l'est la disposition des sommets dans le sociogramme, il est possible de le modifier en procédant à des permutations de la matrice initiale. Dans la Figure 6.1, nous avons mis le sommet C en dernière position, pour refléter l'ordre hiérarchique que nous avons cru percevoir dans le sociogramme. Cette hiérarchie, il est possible de la vérifier dans la matrice d'adjacence : on peut tout d'abord constituer un *bloc* formé des cellules de la matrice correspondant aux relations entre les sommets A et B, dont nous avons vu qu'ils formaient une *clique*, ce qui est confirmé par le fait que dans le bloc correspondant, il n'y a que des 1 (Figure 6.2). A partir de la matrice initiale d'ordre 5, il est ensuite possible de constituer une matrice « bloquée » d'ordre 4, en considérant que A et B ne forme qu'un seul « sommet ». Plusieurs « recodages » sont possibles (voir ci-dessous, dans la troisième partie, à propos des « modèles d'équivalence structurale ») : ici, nous avons choisi de coder 0 les blocs nuls (ne comportant que des 0) et de coder 1 tous les autres blocs. Dans le cas des relations entre le bloc (A,B) et les autres sommets, cela signifie que nous considérons que le couple formé par ces deux

sociologues fait référence à l'un de ses collègues si au moins l'un d'entre eux le cite. La matrice bloquée ainsi obtenue (Figure 5.3) est dite *triangulaire*, ce qui signifie que l'un de ses triangles est nul - en l'occurrence celui qui est situé en dessous de la diagonale. Une telle matrice triangulaire correspond à un graphe hiérarchique. Nous retrouvons sous forme d'image matricielle la hiérarchie dans laquelle, à un extrême, le couple (A,B) cite tout le monde sans être cité par personne, et à l'autre extrême le sociologue C est cité par presque tous, sans citer personne en retour.

Nous n'avons fait jusque là que reproduire sous forme matricielle des résultats déjà obtenus à partir du sociogramme, mais on devine aisément que la matrice facilitera grandement ce travail dans le cas de graphes d'ordre élevé, et grâce aux nombreux logiciels qui permettent d'automatiser les procédures de permutation des sommets et de modelage des blocs. De la même façon, il sera très facile de calculer le degré d'un sommet (qui correspond à la somme des valeurs figurant dans la ligne et dans la colonne qui lui correspondent), ou la densité d'un graphe (somme de toutes les valeurs contenues dans la matrice, rapportée au nombre de cellules, moins celles de la diagonale si on considère que les relations correspondantes n'ont aucun sens). L'avantage est encore plus décisif, et visible même avec un graphe d'ordre réduit comme celui de notre exemple, dès lors que l'on s'intéresse non plus seulement à l'adjacence des sommets, mais aux chemins indirects entre sommets, à leur présence ou à leur absence, à leur longueur. Sans entrer dans les détails, contentons-nous de poser ici que pour savoir s'il existe un chemin de longueur n entre deux sommets, il suffit d'élever la matrice d'adjacence à la puissance n : si la valeur de la cellule est 0, cela signifie qu'il n'y a pas de chemin entre les deux sommets correspondant. Ainsi, à partir de la matrice d'adjacence d'un graphe d'ordre k jusqu'à la puissance k , il est possible de savoir si les sommets sont reliés entre eux par un ou plusieurs chemins de longueur quelconque, quelles sont les distances géodésiques entre chaque paire de sommets, quels sont les sommets isolés, ou encore d'identifier les différentes composantes connexes du graphe³².

Autrement dit, la représentation d'un graphe d'ordre élevé par une matrice d'adjacence, en permettant d'effectuer un grand nombre de transformations et de calculs, offre un moyen moins intuitif mais beaucoup plus puissant que la simple représentation graphique pour dégager certaines propriétés structurales des réseaux. Comme nous avons commencé de le voir dans ce qui précède, des expressions comme : réseau de relations, densité, clique, popularité, isolement, prestige, etc., en reçoivent une définition mathématique opératoire, qui permet d'en construire des indicateurs, de les mesurer empiriquement et donc de tester des hypothèses ou vérifier des propositions auparavant infalsifiables du fait de leur contenu largement métaphorique. Dans la suite (voir ci-dessous, Troisième partie), nous verrons comment des modèles et des algorithmes plus raffinés, développés en particulier par White et ses associés dans les années 70, mais aussi par exemple par Ronald Burt dans les années 80 et 90, ont ambitionné de procéder de même avec un certain nombre de concepts classiques de la sociologie traditionnelle, comme ceux de groupe, de classe, de cohésion, de statut, de rôle ou encore de pouvoir. Cette ambition est celle, aussi, de la construction pour l'analyse des réseaux sociaux d'un corpus théorique et méthodologique spécifique par la conjonction progressive de préoccupation auparavant distinctes, qui prétendent faire passer la notion de réseau d'un usage métaphorique à un usage exclusivement analytique.

Dans l'introduction de leur volumineux ouvrage consacré aux méthodes de l'analyse des réseaux, Wasserman et Faust (1994) affirment en préambule que « l'examen historique des développements empiriques, théoriques et mathématiques qui se sont produits dans la recherche sur les réseaux devrait convaincre le lecteur que l'analyse des réseaux recouvre beaucoup plus qu'un vocabulaire intuitivement séduisant, une métaphore, ou un ensemble d'images destinés à rendre compte des relations sociales, comportementales, politiques ou économiques » (pp. 16-17). Accordons-leur qu'elle n'est pas que cela : la question n'est pas pour autant résolue de savoir ce qu'elle est, alors. Pour certains, comme par exemple la plupart des anthropologues appartenant ou se référant à « l'Ecole de Manchester », elle serait « seulement » une sorte de « boîte à outils » méthodologiques, permettant d'étudier de façon adéquate certaines catégories d'objets sociaux bien spécifiques ; pour d'autres, plutôt proches du « groupe de Harvard », l'analyse des réseaux serait beaucoup plus que cela, et pourrait prétendre, armée de son arsenal théorique, conceptuel et méthodologique, à refonder la sociologie générale par une approche théorique « mésosociologique », complétant ou rassemblant le holisme et l'individualisme méthodologique. Dans la prochaine partie, nous essaierons d'examiner les termes et les enjeux de ce débat, et de montrer sur quelles hypothèses, et à quel prix, « l'ambition paradigmatique » de l'analyse des réseaux sociaux s'est développée à partir des années 70.

Références bibliographiques citées

- Bakis Henry (1993), *Les réseaux et leurs enjeux sociaux*, Paris, Presses universitaires de France, coll. "Que sais-je ?"
- Barnes J. A. (1954), "Class and Committees in a norwegian Island Parish", *Human Relations*, 7, pp. 39-58
- Bertin Jacques (1967), *Sémiologie graphique*, Paris, Gauthier-Villars
- Blau Peter M. (1977), *Inequality and Heterogeneity. A Primitive Theory of Social Structure*, New York, Free Press
- Blum Alain (1991), *Mathématiques et statistique appliqués aux sciences sociales*, Paris, Dunod, 182 p.

³² Le propos n'est pas ici, dans le cadre de la préparation à l'épreuve écrite de sociologie, d'entrer dans les détails des principes du calcul matriciel et de l'algèbre linéaire. En revanche, nous attirons l'attention des candidat-e-s sur le fait que cette partie des mathématiques figure au programme de l'agrégation, et qu'il pourrait venir à l'idée des membres du jury de mathématiques, s'il prennent connaissance du programme de sociologie et de la bibliographie de ce thème, de proposer des exercices mettant directement en œuvre ce genre d'applications à l'analyse des réseaux.

- Bott Elizabeth (1957), *Family and Social Network*, Londres, Tavistock, 2ème éd. 1972
- Bott Elizabeth (1977), "Urban Families. Conjugal Roles and Social Networks ", in Leinhardt Samuel (dir.), *Social Networks. A Developing Paradigm*, Academic Press, pp. 253-292
- Boudon Raymond (1968), *A quoi sert la notion de structure ?*, Paris, Gallimard
- Bouglé Célestin (1897), "Qu'est-ce que la sociologie ?" *Revue de Paris*, reproduit in Bouglé Célestin (1925), *Qu'est-ce que la sociologie ?*, Paris, Librairie Félix Alcan
- Breiger Ronald, " Social Control and Social Networks : a Model from Georg Simmel ", in X. Calhoun, Meyer M. W. et Scott W. R. (dir.), *Structures of Power and Constraint: Papers in Honor of Peter M. Blau*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 453-476
- Burt Ronald S. (1982), *Toward a Structural Theory of Action. Networks Models of Social Structure, Perception and Action*, New York, Academic Press
- Burt Ronald S. (1992), *Structural Holes. The Social Structure of Competition*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press
- Caplow Theodore (1968), *Two Against One*, trad. fr. *Deux contre un. Les coalitions dans les triades*, Paris, Armand Colin, 1971, 296 p., rééd. ESF, 1998
- Dahrendorf Ralph (1957), *Classes et conflits de classe dans la société industrielle*, Paris, Mouton, 1972
- Degenne Alain et Forsé Michel (1994), *Les réseaux sociaux. Une approche structurale en sociologie*, Paris, Armand Colin, coll. "U", 263 p.
- Dubois Michel (dir.) (1994), *Sociologies de l'envers. Eléments pour une autre histoire de la pensée sociologique*, Paris, Ellipses, bibl., index, 222 p.
- Durkheim Emile (1893), *De la division du travail social*, Paris, Presses Universitaires de France
- Durkheim Emile (1897), *Le suicide*, Paris, Presses Universitaires de France, coll. "Quadriga", 1991
- Festinger L. (1949), "(1949), " The Analysis of Sociograms Using Matrix Algebra", *Human Relations*, 7, pp. 117-140
- Forsé Michel (2002), " Les réseaux sociaux chez Simmel : les fondements d'un modèle individualiste et structural ", in Deroche-Gurcel Lyliane et Watier Patrick (dir.), *La sociologie de Georg Simmel*, Paris, Presses Universitaires de France, pp. 63-107
- Forsé Michel et Langlois Simon (1997), "Réseaux, structures et rationalités", *L'Année sociologique*, vol. 47, n° 1, pp. 27-35
- Gatti Anna Maria (1998), " Cagliari: les hommes ont des amis, les femmes des parents ", in Gribaudo Maurizio (dir.), *Espaces temporalités stratifications. Exercices sur les réseaux sociaux*, Paris, EHESS, pp. 289-310
- Gribaudo Maurizio (dir.) (1998), *Espaces, temporalités, stratifications. Exercices sur les réseaux sociaux*, Paris, EHESS
- Halbwachs Maurice (1912), *La classe ouvrière et les niveaux de vie. Recherches sur la hiérarchie des besoins dans les sociétés industrielles contemporaines*, Gordon and Breach, 1970
- Harary F., Norman R. Z. et Cartwright D. (1965), *Structural Models : An Introduction to the Theory of Oriented Graphs*, trad. fr. : Introduction à la théorie des graphes orientés, Paris, Dunod, 1968
- Heider F. (1946), "Attitude and Cognitive Organisation", *Journal of Psychology*, n° 21, pp. 107-112
- Hobbes Thomas (1651), *Léviathan*, Paris, Sirey, 1971, trad. fr. F. Tricaud
- Kadushin Charles (1966), "The Friends and Supporters of Psychotherapy : On Social circles in urban life", *American Sociological Review*, 31, pp. 786-802
- Katz L. (1947), "On the Matric Analysis of Sociometric Data", *Sociometry*, 10, pp. 233-241
- Knoke David et Kuklinski James H. (1982), *Network Analysis*, Londres, Sage
- König (1936), *Theorie der endlichen und unendlichen Graphen*, New York, Chelsea, 2nd ed., 1950
- Lévi-Strauss Claude (1945), "L'analyse structurale en linguistique et en anthropologie", *Word, Journal of the Linguistic Circle of New York*, vol. 1, n° 2, août, reproduit in Lévi-Strauss Claude (1958), *Anthropologie structurale*, Paris, Plon, 2ème éd. 1974, coll. " Agora ", pp. 43-69, pp. 1-21
- Lévi-Strauss Claude (1949), *Les structures élémentaires de la parenté*, Paris, Mouton
- Lévi-Strauss Claude (1952), "La notion de structure en ethnologie", in *Anthropologie structurale*, Paris, Plon, 2ème éd. 1974, pp. 329-377
- Lévi-Strauss Claude (1958), *Anthropologie structurale*
- Lewin Kurt (1936), *Principles of Topological Psychology*, New York, McGraw Hill

- Lowie Robert H. (1919), "The Matrilinear Complex", *University of California Publications in American Archaeology and Ethnology*, 16
- Maisonneuve Jean (1966), *Psycho-sociologie des affinités*, Paris, Presses universitaires de France, rééd. 1993
- Maucorps P.-H. et Bassoul R. (1960), *Empathies et connaissance d'autrui*, Paris, CNRS, coll. "Monographies françaises de psychologie"
- Mitchell J. Clyde (dir.) (1969), *Social Networks in Urban Situations*, Manchester, Manchester university Press
- Mitchell J. Clyde (1974), "Social Networks", *Annual Review of Anthropology*, 3, pp. 279-299
- Moreno Jacob L. (1934), *Who Shall Survive ?*, trad. fr. *Fondements de la sociométrie*, Paris, Presses universitaires de France, 1954
- Moreno Jacob L. (1960), "Political prospects of sociometry", *International Journal of Sociometry and Society*, 2, pp. 3-6
- Mullins Nicholas C. (1973), *Theories and Theory Groups in Contemporary American Sociology*, New York, Harper & Row
- Nadel Sigfried F. (1957), *The Theory of Social Structure*, Londres, Cohen and West
- Parlebas Pierre (1992), *Sociométrie, réseaux et communication*, Paris, Presses Universitaires de France
- Parrochia Daniel (1993), *Philosophie des réseaux*, Paris, Presses Universitaires de France
- Radcliffe-Brown Anthony R. (1924), "The Mother's Brother in South Africa", *South African Journal of Science*, 21
- Radcliffe-Brown Anthony R. (1940), "On Social Structure", *Journal of the Royal Anthropological Society of Great Britain and Ireland*, 70, pp. 01-déc
- Sainte-Laguë André (1926), *Les réseaux (ou graphes)*, Paris, Gauthier Villars Et Cie
- Sainte-Laguë André (1937), *Avec des nombres et des lignes. Récréations mathématiques*, rééd. Paris, Vuibert, 2001
- Scott John C. (1991), *Social Network Analysis. A Handbook*, Londres, Sage Publications
- Simmel Georg (1908), *Les Pauvres*, Paris, Presses Universitaires de France, coll. "Quadrige", trad. fr. 1998 par Bernard Chokrane, introd. de Serge Paugam et de Franz Schultheis
- Spinoza Baruch (1677), *Ethique*, Paris, Seuil, coll. "Points Essais", 1999, 695 p.
- Tarde Gabriel (1890), *Les lois de l'imitation*, Genève, Slatkine reprints, 1979
- Tarde Gabriel (1893), *Morphologie et sociologie*
- Tarde Gabriel (1901), *L'opinion et la foule*, Paris, Alcan, rééd. Paris, Puf, coll. "Recherches politiques", 1989
- Travers Jeffrey et Milgram Stanley (1969), "An Experimental Study of the Small-World Problem", *Sociometry*, 32, pp. 425-443
- Von Wiese Ludwig (1932), "Sociologie relationnelle", *Revue internationale de sociologie*, vol. I-II, pp. 23-56
- Wasserman Stanley et Faust Katherine (1994), *Social Network Analysis. Methods and Applications*, Cambridge (Mass.), Cambridge University Press, 825 p.
- Weber Max (1904-1917), *Essais sur la théorie de la science*, Paris, Plon, 1965
- Weber Max (1922), *Économie et société*, Paris, Plon, 1969