

La production de connaissances certifiées en logique : un objet d'investigation sociologique.

Claude Rosental

© Copyright Claude Rosental, 2000.

Version préliminaire de l'article suivant¹ :

Claude Rosental, « La production de connaissances certifiées en logique : un objet d'investigation sociologique. », *Cahiers Internationaux de Sociologie*, vol. CIX, juillet - décembre 2000, pp. 343-374.

Récemment estimée à près d'un million d'unités tous les cinq ans, la production mondiale de théorèmes mathématiques apparaît à l'heure actuelle tout à fait colossale². Face un tel bilan, plusieurs questions connexes viennent immédiatement à l'esprit : pour peu que l'on ait affaire à une authentique production de masse d'énoncés, quelle « reconnaissance » un théorème particulier est-il susceptible d'acquérir, et à quelle réalité une telle notion peut-elle correspondre ? Par quel cheminement un résultat mathématique, ainsi du reste que son auteur voire ses contradicteurs, peuvent-ils obtenir une forme quelconque de crédit ? En d'autres termes, comment s'opère en pratique la validation collective d'un théorème ? Et dans des domaines mettant en œuvre des savoir-faire hautement spécialisés, peut-on en particulier observer le rôle déterminant « d'experts », et si tel est le cas, sur quels modes ces derniers interviennent-ils dans la certification (ou le rejet) d'un énoncé ?

Ces questions seront ici abordées à partir d'un cas historique, celui de la formation et de l'accréditation, dans la première moitié des années 1990, d'un théorème de logique mathématique. A partir des résultats d'un travail empirique combinant observations, analyses textuelles et entretiens, mené au cours de cette même période auprès des acteurs concernés, nous tenterons de cerner à quoi tient la reconnaissance acquise par cet énoncé, en étudiant les diverses épreuves auxquelles il a été soumis.

L'exposé abordera successivement les différentes phases de l'émergence du théorème, depuis la rédaction de ses premiers brouillons jusqu'à sa première publication et la réécriture de plusieurs nouvelles versions, au fil des réactions qu'il a suscitées. Mais avant d'entrer dans les détails de ce processus, il convient, afin d'en tirer tous les enseignements nécessaires, de souligner au préalable à quel point l'objet de notre recherche a été occulté par les sciences sociales et de s'interroger quelque peu sur l'origine d'un tel phénomène.

Si Durkheim tenait la science, et tout particulièrement la logique, pour un objet d'investigation sociologique par excellence³, le constat qu'il dressait en 1912 à propos du manque d'études empiriques pertinentes consacrées à la logique, destinées à fonder l'analyse sociologique proprement dite⁴, reste d'actualité. En effet, la logique est essentiellement appréhendée par les

¹ Attention : Ce texte est destiné exclusivement à un usage privé à caractère académique. D'importantes différences peuvent exister entre cette version et celle finalement publiée. Tout autre usage doit faire l'objet d'une demande écrite préalable auprès de l'auteur. Warning: This text is made available for private academic use only. There might be huge differences between this version and the final published one. Always first ask the author for authorization in writing for any other use.

² Voir notamment S. M. Ulam, *Adventures of a Mathematician*, New York, Scribner, 1976.

³ Voir E. Durkheim, *Les formes élémentaires de la vie religieuse*, Paris, PUF, 1990 (1912), pp. 625-626.

⁴ *Ibid.*, pp. 616-617.

sciences sociales comme un objet de méthode, susceptible de garantir la cohérence des analyses ⁵ ou de révéler leur structure ⁶, ou permettant de juger de la rationalité des comportements observés. Par delà un certain nombre d'exceptions tout à fait notoires ⁷, les représentations des objets de la logique que l'on rencontre, datant communément de la fin du XIX^e siècle, voire de l'antiquité grecque, sont le plus souvent non pas dynamiques mais stabilisées. Dans le cadre de ces représentations, comparables en fait aux approches logicistes dénoncées puis largement abandonnées par les logiciens au tout début du XX^e siècle, la logique est structurée par l'existence d'un petit ensemble de « principes » ou encore de « règles » logiques immuables et idéales - généralement aussi facilement invoquées que peu problématisées. Référence est le plus souvent faite aux syllogismes, perçus comme des objets stables de la discipline ⁸.

En revanche, la logique n'est guère envisagée comme un objet d'enquête sociologique et d'investigation empirique, y compris par la sociologie des sciences et des techniques, qui jusqu'ici s'est avant tout intéressée dans les faits aux sciences expérimentales ⁹. La prégnance de représentations statiques de la logique en sciences sociales constitue certainement une des causes de ce phénomène. Mais il est vrai aussi que prendre la production de connaissances certifiées en logique comme un objet d'observation en tant que tel, est pour de nombreuses raisons difficile à envisager.

En effet, comme le travail intellectuel en règle générale, la logique est souvent perçue comme une activité elle-même essentiellement immatérielle ¹⁰. La production d'énoncés logiques est également couramment appréhendée comme un travail essentiellement solitaire, procédant d'une activité purement individuelle et cérébrale, de ce fait inobservable pour le sociologue ¹¹. Tout au plus la logique apparaît-elle parfois comme une activité orale, un objet de dialogues, surtout lorsqu'il s'agit de l'enseigner, à l'image qu'en donnent les *Dialogues* de Platon. Elle peut aussi être assimilée à une source d'écrits, lorsqu'il s'agit d'en faire l'histoire des idées ou la philosophie.

On peut être tenté de formuler l'hypothèse selon laquelle l'existence de diverses formes d'idéalisation et de stylisation de l'activité logique en philosophie n'est pas étrangère à cet état de fait. Ces dernières sont sans doute parvenues à sceller un genre, conduisant tout particulièrement à envisager d'aborder la question de la logique sur le mode de la dissertation philosophique, de

⁵ Pour une analyse épistémologique du rapport des manipulations formelles à l'exercice de la sociologie, voir J. C. Passeron, *Le raisonnement sociologique. L'espace non-poppérien du raisonnement naturel*, Paris, Nathan, 1991, pp. 154-160.

⁶ L'adoption de ce type de démarche peut en effet conduire à des analyses particulièrement éclairantes sur la production des sciences sociales. Voir notamment J. M. Berthelot, *Les vertus de l'incertitude. Le travail de l'analyse dans les sciences sociales*, Paris, PUF, 1996.

⁷ Pour ne citer que cet ouvrage, voir P. Naville, *Sociologie et logique. Esquisse d'une théorie des relations*, Paris, PUF, 1982.

⁸ Voir C. Rosental, « Quelle logique pour quelle rationalité ? Représentations et usages de la logique en sciences sociales. », *Enquête*, vol. 2, 2002, pp. 69-92.

⁹ Voir B. P. Lécuyer, "Bilan et perspectives de la sociologie de la science dans les pays occidentaux", *Archives européennes de sociologie*, vol. 19, n°2, 1978, pp. 257-336 ; D. Vinck, *Sociologie des sciences*, Paris, Armand Colin, 1995 ; O. Martin, *Sociologie des sciences*, Paris, Nathan, 2000.

¹⁰ Sur les possibilités d'analyser les processus d'abstraction dans leur matérialité, voir B. Latour, "Sur la pratique des théoriciens", dans J. M. Barbier (ed.), *Savoirs théoriques et savoirs d'action*, Paris, PUF, 1996, pp. 131-146. Voir également le programme proposé par Eric Brian pour une histoire matérielle de l'abstraction dans E. Brian, "Le livre des sciences est-il écrit dans la langue des historiens ?", dans B. Lepetit (ed.), *Les formes de l'expériences - Une autre histoire sociale*, Paris, Albin Michel, 1995, pp. 85-98. Pour une discussion de la place à donner à une approche matérialiste en sciences sociales et cognitives, voir D. Sperber, "Les sciences cognitives, les sciences sociales et le matérialisme", dans D. Andler (ed.), *Introduction aux sciences cognitives*, Paris, Gallimard, 1992, pp. 397-420.

¹¹ Pour l'analyse d'une situation comparable en sciences cognitives, voir E. Hutchins, *Cognition in the Wild*, Cambridge (MA), MIT Press, 1995.

l'étude de textes d'auteurs en tant que supports d'idées (et plus rarement d'arguments oraux), ou encore, sur le mode de l'analyse du rapport d'un sujet connaissant type (et non d'une multiplicité d'acteurs sociaux) aux objets de la logique ¹².

Cette hypothèse contribue en tout cas à fournir une clef de lecture des modalités de déploiement de rares travaux de sociologie des sciences portant sur la logique et les mathématiques. Face à une littérature philosophique considérable, certains auteurs ont consacré l'essentiel de leur énergie au genre de la discussion de principe, mettant en avant des programmes d'anthropologie ou de sociologie de la logique, en les illustrant parfois d'études de cas stylisés à l'appui de sources historiques secondaires ¹³. La réalisation de diverses formes *d'études de textes*, qu'elles s'inscrivent dans une tradition sémiotique ¹⁴ ou ethnométhodologique ¹⁵, qu'elles s'apparentent à une démarche piagétienne ¹⁶, ou qu'elles prennent la forme d'une analyse de dialogues imaginaires ¹⁷, a constitué jusqu'à présent une autre voie toute tracée pour les auteurs. Il n'y a guère qu'au travers d'une entrée par le domaine de l'enseignement des mathématiques ou par celui de l'informatique que le recours à d'autres approches des mathématiques et de la logique apparaissait plus probable. De fait, par ce biais, quelques investigations empiriques portant sur des pratiques mathématiques ont ainsi récemment été tentées ¹⁸.

Finalement, les sources actuelles d'éléments descriptifs non stylisés sur les modalités concrètes de l'activité mathématique semblent devoir être recherchées en premier lieu dans des écrits d'inspiration sociologique de mathématiciens et de logiciens professionnels, rédigés à des fins très spécifiques : dénoncer des représentations épistémologiques usuelles, jugées par trop caricaturales, de leur travail et en particulier des modes d'élaboration et de validation des connaissances dans leur domaine ¹⁹. Signalons toutefois que ces données restent relativement rares

¹² Voir par exemple E. Husserl, *Recherches logiques*, Paris, PUF, 1969 (1901).

¹³ Voir notamment C. Sigwart, *Logik*, Tubingen, H. Laupp, 1889 ; B. Erdmann, *Logik*, Berlin, W. de Gruyter, 1923 ; D. Bloor, "Hamilton and Peacock on the essence of algebra" dans H. Mehrrens, H. Bos et I. Schneider (ed.), *Social History of 19th Century Mathematics*, Boston, Birkhauser, 1981, pp. 202-232 ; D. Bloor, "Polyhedra and the abominations of Leviticus : cognitive styles in mathematics", dans M. Douglas (ed.), *Essays in the sociology of perception*, Londres, Routledge, 1982, pp. 191-218 ; D. Bloor, *Sociologie de la logique - Les limites de l'épistémologie*, Paris, Pandore, 1982 (1976).

¹⁴ Voir en particulier B. Rotman, *Signifying nothing. The Semiotics of Zero*, Londres, Macmillan, 1987 ; B. Rotman, *Ad Infinitum... The Ghost in Turing's Machine*, Stanford, Stanford University Press, 1993 ; E. Coleman, *The role of notation in mathematics*, thèse de doctorat, University of Adelaide (Australie), 1988.

¹⁵ Voir E. Livingston, *The ethnomethodological foundations of mathematics*, Londres, Routledge, 1985.

¹⁶ Voir A. Stephanides et A. Pickering, "Constructing Quaternions : On the analysis of conceptual practice", dans A. Pickering (ed.), *Science as practice and culture*, Chicago, University of Chicago Press, 1992, pp. 139-167 ; A. Pickering, *Mangle of Practice : Time, Agency and Science*, Chicago, University of Chicago Press, 1995. Yves Gingras y voit clairement la reprise d'un modèle piagétien de résistance et d'accommodation. Voir Y. Gingras, *Comments on Andy Pickering's 'The Mangle of Practice'*, communication au séminaire CRHST, Paris, 26 Mars 1993.

¹⁷ Voir I. Lakatos, *Preuves et Réfutations : Essai sur la logique de la découverte mathématique*, Paris, Hermann, 1984 (1976).

¹⁸ Voir D. Mackenzie, "Negotiating Arithmetic, Constructing Proof : The Sociology of Mathematics and Information Technology", *Social Studies of Science*, Vol. 23, 1993, pp. 37-65 ; A. Warwick, "Cambridge Mathematics and Cavendish physics : Cunningham, Campbell and Einstein's relativity theory 1905-1911 Part I : The Uses of Theory", *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 23, No 4, 1992, pp. 625-656 ; A. Warwick, "The laboratory of theory or what's exact about the exact sciences ?", dans M. N. Wise (ed.), *The Values of Precision - Exactitude*, Princeton (NJ), Princeton University Press, 1995, pp. 311-351.

¹⁹ Voir en particulier R. DeMillo, R. Lipton, et A. Perlis, "Social processes and proofs of theorems and programs", *Communication of the Association of Computing Machinery*, vol. 22, 1979, pp. 271-280 ; P. J. Davis, et R. Hersh, "Rhetoric and Mathematics" dans J. S. Nelson, A. Megill, D. N. Mc Closkey, *The rhetoric of the human sciences : language and argument in scholarship and public affairs*, Madison, The University of Wisconsin Press, 1987, pp. 53-68. A noter que les dénonciations des logiciens et mathématiciens du caractère réducteur des descriptions

et surtout éparses à notre connaissance, tant il est vrai que peu de chercheurs semblent s'investir dans des dénonciations écrites (à distinguer des dénonciations orales bien plus fréquemment rencontrées au cours de notre enquête), même si ces dernières sont parfois couronnées de prix émanant des associations professionnelles de leurs auteurs.

Nous aurons l'occasion d'évoquer à nouveau ces travaux au fil de nos analyses. Plaçons-nous maintenant au cœur de notre propos : l'analyse d'une dynamique d'accréditation d'un théorème.

Suivre empiriquement l'émergence d'un théorème.

Le théorème auquel nous allons nous intéresser a été formulé au tout début des années 1990 par un enseignant chercheur de l'Université de Californie San Diego, répondant au nom de Charles Elkan ²⁰. Il a été publié pour la première fois en juillet 1993, dans les actes d'un grand colloque annuel aux Etats Unis sur l'intelligence artificielle, intitulé AAAI'93 ²¹. L'article en question dénonce le « succès paradoxal » des applications électroniques et informatiques d'une théorie logique appelée "logique floue". Cette dénonciation s'appuie sur la démonstration d'un théorème énonçant que la logique floue, caractérisée par un système de quatre axiomes spécifiques, n'est en fait rien d'autre que la logique classique à deux valeurs de vérité (vrai - faux) ²². L'auteur présente ce résultat comme remettant en cause une idée fondatrice de la logique floue, censée permettre l'expression d'une infinité de degrés de vérité.

Au cours de l'année universitaire 1991-1992, travaillant pour notre part également sur le campus de l'Université de Californie San Diego, nous partions de l'hypothèse selon laquelle les dynamiques d'émergence et de certification d'énoncés logiques pouvaient être appréhendées empiriquement et constituer un objet d'analyse sociologique. Nous cherchions à construire une méthodologie et à disposer de matériaux empiriques pertinents pour développer une sociologie de la logique, constatant très vite que l'activité de production logique n'était ni immatérielle, ni simplement inscrite dans les esprits, ni individuelle. Elle apparaissait au contraire, au fil d'investigations conduites au sein des départements de mathématiques, de philosophie, d'informatique et de sciences cognitives, amplement collective. Elle était notamment réalisée dans des salles de réunions, dans des laboratoires, face à des ordinateurs. Elle impliquait entre autres la formation de groupes de travail, l'organisation de séminaires, l'engagement dans de multiples interactions et une pratique intense de l'écriture.

A l'occasion de cette recherche, nous avons été amené à rencontrer Elkan, qui était membre du département d'informatique, et à nous intéresser à son activité. Nous avons alors pris connaissance de son projet de publication d'un théorème montrant le caractère contradictoire de la

épistémologiques de leur travail et de leurs objets sont parfois extrêmement virulentes. Voir notamment G. C. Rota, "The pernicious influence of mathematics upon philosophy", *Synthèse*, 88, 1991, pp. 165-178 ; J. Largeault, *La logique*, Paris, PUF, 1993, p.122-125.

²⁰ Comme plusieurs chercheurs impliqués dans la dynamique que nous allons étudier, nous qualifierons ce théorème de théorème d'Elkan.

²¹ Voir C. Elkan, "The Paradoxical Success of Fuzzy Logic", *Proceedings of AAAI 1993*, Cambridge (MA), MIT Press, 1993, pp. 698-703.

²² Les quatre axiomes en question sont les suivants (ici, " \wedge " représente le connecteur logique "et", " \vee " le connecteur "ou", " \sim " le connecteur "non", et " $t(\)$ " représente la valeur de vérité de l'assertion qui est entre parenthèses) : 1) $t(A \wedge B) = \min \{t(A), t(B)\}$, 2) $t(A \vee B) = \max \{t(A), t(B)\}$, 3) $t(\sim A) = 1 - t(A)$, 4) $t(A) = t(B)$ si A et B sont équivalents logiquement. Le théorème énonce qu'au sein du système formel défini par ces quatre axiomes : "Etant données des assertions quelconques A et B, soit $t(B)=t(A)$, soit $t(B)=1-t(A)$ ". L'auteur en déduit immédiatement que la logique floue, caractérisée par ces quatre axiomes, est "en fait" une logique à deux valeurs de vérité (zéro et un).

logique floue - projet déjà étayé par un premier brouillon de démonstration. Parallèlement à la réalisation d'autres études de terrain, portant sur d'autres dynamiques de production de connaissances certifiées, nous avons alors commencé à observer le travail de l'auteur, l'évolution de ses thèses orales et de ses écrits alors que son article n'était qu'à l'état de brouillon. Un des objectifs était de lier l'écriture et les transformations de son texte à ses témoignages, à ses interventions orales (réalisées en privé ou dans le cadre de séminaires de recherche par exemple), et à l'observation de son travail quotidien et notamment des diverses interactions dans lesquelles il s'engageait.

Nous nous sommes ensuite penché sur les modalités et les conséquences du rejet et de l'acceptation de son texte dans le cadre de grands colloques nationaux. Nous avons étudié les modes de sélection d'articles opérant dans ce type de colloque, en observant notamment *in situ* le déroulement de l'un d'entre eux.

A l'issue de sa publication, l'article d'Elkan a immédiatement retenu l'attention et suscité des réactions de nombreux chercheurs, tout particulièrement dans les domaines de la logique floue et de l'intelligence artificielle. Cette implication massive, dépassant un cercle très étroit de spécialistes, qui peut sembler peut-être inattendue pour un théorème de logique, tient en fait en grande partie aux importants enjeux industriels de la logique floue, utilisée alors dans la confection de nombreux dispositifs électroniques et informatiques, et au fait que la première version de l'article d'Elkan avait été primée par le comité d'organisation de AAI'93.

Des échanges de points de vue ont tout d'abord eu lieu dans le cadre d'un forum électronique d'Internet, consacré au thème de la logique floue. Ils ont été archivés, ce qui nous a permis, en dépouillant les bases de données correspondantes, d'en reconstituer le déroulement. Nous avons également eu accès au contenu de courriers privés, et réalisé des entretiens auprès des acteurs impliqués. Les débats se sont ensuite déplacés dans des revues spécialisées, conduisant à la rédaction de plusieurs nouvelles démonstrations et contre-démonstrations du théorème. Un an après sa première publication, les « discussions » ont alors connu un point d'arrêt. Dans la mesure où nous n'avons détecté aucune reprise véritable des débats et aucune évolution des points de vue formés sur le théorème depuis l'été 1994, on peut considérer que cette période représente également une phase ultime dans l'histoire du théorème d'Elkan ²³.

Au bout du compte, quelles furent les modalités de l'émergence du théorème d'Elkan, et de son accès à un éventuel statut de connaissance certifiée ? Avant de nous intéresser dans le détail aux épreuves successives auxquelles il a été soumis, quelques points doivent être précisés.

Pour rendre pleinement compte de leur importance respective, il faudrait en toute rigueur examiner au plus près le contenu de la plupart des échanges, afin de saisir notamment le rôle des plus infimes détails de certaines démonstrations dans la formation des jugements individuels et collectifs portés sur le théorème d'Elkan. Cette démarche serait également cruciale pour montrer les limites d'un relativisme social ²⁴, qui présenterait l'adoption ou le rejet d'un énoncé comme simplement *relatif* à l'existence de structures sociales ou d'institutions fixes ²⁵, de configurations relationnelles mettant en jeu des rapports d'autorité, et où le contenu des textes démonstratifs ne

²³ du moins à la date de rédaction de notre article, dans la mesure où une réouverture des débats à plus ou moins long terme n'est *a priori* aucunement impossible.

²⁴ Pour d'autres critiques de ce type d'approche, voir notamment K. Mannheim, *Essays on the Sociology of Knowledge*, Londres, Routledge, 1952 ; R. Boudon, *L'art de se persuader. Des idées douteuses, fragiles ou fausses*, Paris, Fayard, 1990.

²⁵ Voir en particulier D. Bloor [1982], *op. cit.*

jouerait aucun rôle ²⁶. Un traitement aussi exhaustif dépasse cependant le cadre de ce simple article, car il nécessiterait au préalable la construction pas à pas d'un accès pour le lecteur à des techniques d'écriture sophistiquées, souvent fortement sédimentées et acquises au prix d'une longue pratique ²⁷. Mais si cette difficulté narrative, dont l'existence constitue un élément supplémentaire pour comprendre pourquoi la logique a été à ce point occultée par les sciences sociales, apparaît ici incontournable, elle n'est néanmoins pas rédhibitoire pour notre projet : nous pouvons en effet mettre ici au jour *d'autres* dimensions de la dynamique de validation du théorème retenu.

Le cheminement que nous allons étudier n'est pas bien entendu universel, au sens où on le retrouverait à l'identique pour l'émergence de n'importe quel théorème. Cependant, l'examen de ses caractéristiques constitue un excellent observatoire de tout un ensemble de mécanismes probatoires, que nous avons pu rencontrer sur d'autres terrains, y compris dans les cas extrêmes où l'on a affaire à un très petit nombre d'acteurs très spécialisés, dont les divergences relèvent de faibles différentiels de savoir-faire, d'hypothèses de travail, et d'approches normatives de la logique. Par ailleurs, l'étude de ce cas *particulier* possède la vertu de mettre en évidence les limites d'un certain nombre de représentations *générales* sur les modalités de la production de savoirs en logique, représentations en fait fort réductionnistes comme nous allons le voir immédiatement.

Naissance d'un théorème : le rôle des interactions et d'une communauté d'attitudes.

L'émergence du théorème d'Elkan n'est pas simplement le fait d'un travail solitaire d'un auteur isolé. Sa formulation tient beaucoup à l'évolution d'un chercheur dans un milieu d'universitaires dénonçant, le plus souvent par oral, le peu de valeur de la logique floue. Les interactions de l'auteur avec ces derniers ont joué un rôle décisif dans l'élaboration progressive de son article et dans la consolidation de sa conviction de la justesse d'une première version de son théorème, avant qu'il ne s'estime prêt à le soumettre à publication.

Maître de conférences dans un département d'informatique, discipline rassemblant aux Etats Unis un grand nombre, si ce n'est le plus grand nombre de producteurs et manipulateurs de formalismes logiques de sa génération, Elkan effectuait ses recherches dans le domaine de l'intelligence artificielle ²⁸. Il s'inscrivait, dans le cadre d'une grande diversité d'écoles pro-logiciennes et anti-logicistes dont ce domaine était constitué ²⁹, dans une mouvance pro-logicienne privilégiant comme objets et outils de recherche la logique dite du premier ordre, appelée souvent logique classique, et la logique dite non-monotone ³⁰. Ceci en faisait un partisan de ce qui était couramment appelé l'intelligence artificielle classique, par opposition à des théories concurrentes alors en plein essor, répondant aux noms de logique floue, réseaux de neurones, ou encore

²⁶ Voir H. M. Collins, *Changing Order : Replication and Induction in Scientific Practice*, Londres, Sage, 1985, p.159 : « The locus of knowledge is not the written word or symbol but the community of expert practitioners. »

²⁷ Pour la mise en œuvre d'une telle approche, voir C. Rosental, *La trame de l'évidence. Sociologie de la démonstration en logique*, Paris, Presses Universitaires de France, 2003.

²⁸ Pour des éléments d'histoire de ce domaine, voir J. P. Dupuy, *Aux origines des sciences cognitives*, Paris, La Découverte, 1994.

²⁹ Voir notamment S. R. Graubard (ed.), *The Artificial Intelligence Debate : False Starts, Real Foundations*, Cambridge (MA), MIT Press, 1988.

³⁰ Voir notamment C. Elkan, "Reasoning about Action in First Order Logic", University of California San Diego, Janvier 1992 ; C. Elkan, "The Qualification Problem, the Frame Problem, and Nonmonotonic Logic", University of California San Diego, 1992 ; C. Elkan, "Formalizing causation in first-order logic : Lessons from an example", *Working Notes of the AAAI Spring Symposium on Logical Formalizations of Commonsense Reasoning*, Stanford University, Mars 1991.

algorithmes génétiques, qui proposaient une alternative aux méthodes d'élaboration de produits électroniques et informatiques jusqu'alors développés par l'intelligence artificielle classique ³¹.

Elkan évoluait dans un milieu dont les plus célèbres représentants enseignaient à l'Université de Stanford et au MIT, dénonçant le peu de valeur de ces théories et méthodes alternatives, qui constituaient une concurrence grandissante en matière de ressources disponibles dans ce domaine de recherche (financements industriels civils et militaires, postes universitaires, etc.). Des dénonciations communément sans appel étaient produites par ses membres, le plus souvent par oral, face à des adeptes des mêmes méthodes, dans le cadre de discussions de couloir ou de séminaires, et fréquemment sous la forme de railleries ou de bons mots destinés à briller en public. Elles mobilisaient des répertoires généralement très stabilisés, comme celui consistant à affirmer sous une forme ou sous une autre que les textes portant sur la logique floue étaient « incompréhensibles », et qu'il était inutile de perdre du temps à s'y intéresser et à discuter avec les chercheurs en logique floue. Par ailleurs, les auteurs de tels discours formulaient couramment à l'appui d'autres motifs, dès lors qu'une occasion se présentait, leur refus de financer un projet portant sur la logique floue, ou quand des recherches dans ce domaine étaient en jeu, de publier un écrit, de participer à un jury de thèse, ou encore de recruter un chercheur. De telles pratiques conduisaient à des interactions minimales avec les chercheurs en logique floue et, semble-t-il, à une très large méconnaissance de leurs textes, formant une littérature somme toute considérable ³².

Investi tout autant « intellectuellement » que « professionnellement » dans le milieu de l'intelligence artificielle dite classique, Elkan était parfaitement pénétré de ces discours et de ces attitudes lorsqu'il envisagea, avec la perspective de disposer d'un lectorat conquis d'avance, de rédiger une première version de son article. La lecture de quelques articles de journaux consacrés à la logique floue, dont l'un d'entre eux opposait un éloge à une critique de la logique floue (Elkan déclarait « déjà savoir » à ce stade lequel des deux points de vue était « le bon »), complétée par la lecture d'un article de revue d'un chercheur en logique floue ³³ et la participation à un colloque en Australie réunissant quelques chercheurs de ce domaine (Elkan qualifiait certaines contributions auxquelles il avait assisté d'« incompréhensibles »), lui avaient « suffi » pour être convaincu du peu de valeur de la logique floue. Il affirmait oralement que cette théorie logique était "mauvaise", même si ses "applications" fonctionnaient bien, car ce bon fonctionnement ne devait pas selon lui être attribué à la logique floue en tant que telle.

Elkan avait rassemblé quelques réactions écrites, que ces interactions et ces lectures lui avaient inspirées, dans un projet d'article qu'il ajustait au fil des mois. Ce texte comprenait notamment une démonstration d'un théorème qui, au cours du dernier trimestre 1991, énonçait que la logique floue, caractérisée par un système de quatre axiomes spécifiques, était une logique ne possédant en fait qu'une seule valeur de vérité (et non deux comme dans la première version publiée de ce texte), ce qui montrait selon l'auteur le caractère contradictoire de la logique floue.

La représentation générale négative qu'il se faisait de la logique floue et l'absence d'éléments lui permettant de déceler une quelconque faille dans sa démonstration à sa relecture ³⁴

³¹ Voir notamment D. Dubois, et H. Prade, *Fuzzy Sets and Systems : Theory and Applications*, New York, Academic Press, 1980 ; B. Bouchon-Meunier, *La Logique floue*, Paris, PUF, 1993 ; J. D. Cowan et D. H. Sharp, "Neural Nets and Artificial Intelligence", dans S. R. Graubard (ed.) [1988], op. cit. , pp. 85-121 ; M. Mitchell, *An introduction to genetic algorithms*, Cambridge (MA), MIT Press, 1996.

³² Voir notamment, pour la production des seules années 1970, B. Gaines et L. Kohout, "The fuzzy decade : a bibliography of fuzzy systems and closely related topics", *International Journal of Man-Machine Studies*, Vol. 9, 1977, pp. 1-68.

³³ B. Kosko, "Fuzziness Vs. Probability", *International Journal of General Systems*, Vol. 17, 1990, pp. 211-240.

³⁴ Ce que Davis et Hersh nomment le « manque de contre-évidence ». Voir P. J. Davis et R. Hersh [1987], op. cit.

avaient constitué les premiers éléments lui donnant à penser que son théorème était juste ³⁵. Elkan avait alors soumis son texte à un collègue de l'Université de Californie Los Angeles, qu'il présentait comme un chercheur éminent. Ce dernier n'avait décelé aucune erreur dans la démonstration d'Elkan, et avait même ajouté qu'il « se doutait de la possibilité de démontrer un tel résultat, et que la preuve [d'Elkan] avait confirmé ses doutes ». Cette réaction avait à son tour contribué à convaincre Elkan de la validité de son théorème.

Ce n'est que plus tard, lors des dernières phases d'un processus de publication l'amenant à soumettre son texte à d'autres lecteurs ³⁶, qu'il avait acquis la conviction que le tout dernier pas de sa démonstration était erroné, ce qui l'avait amené, en le modifiant, à formuler un résultat sensiblement différent (à savoir que la logique floue, caractérisée par un système de quatre axiomes spécifiques, possède en tout et pour tout deux valeurs de vérités, et non plus une seule) ³⁷.

La stabilisation de cette version de son théorème tenait alors pour beaucoup à l'attitude calquée sur ses pairs d'ignorance affichée et revendiquée de l'importante littérature portant sur la logique floue, par delà les quelques textes dont il avait pris connaissance. C'est ce comportement plein d'assurance qui l'avait conduit tout autant à ne pas s'interroger en profondeur sur la représentativité de ses lectures quant à la caractérisation de la logique floue qu'il avait adoptée, et à ne pas rechercher un dialogue contradictoire avec des chercheurs en logique floue en leur soumettant un brouillon de sa preuve.

Ainsi, le vécu de la validité du théorème d'Elkan, aussi bien chez son auteur que chez ses interlocuteurs, apparaissait comme une affaire de degré de conviction influencée par l'épreuve du nombre et comme étayé par des attitudes amplement partagées au sein d'un groupe d'acteurs avec lesquels Elkan interagissait ³⁸. Dans ces conditions, qu'est-ce que la soumission de son article pour publication pouvait alors représenter du point de vue de la validation collective de son théorème ?

La publication d'un théorème à l'épreuve de la diversité des objectifs et des pratiques de sélection d'articles des rapporteurs.

L'article d'Elkan a fait l'objet de décisions opposées (refus puis acceptation pour publication) par deux comités de sélection distincts : le premier pour l'organisation aux Etats Unis en 1993 d'un grand colloque sur la logique floue, FUZZ-IEEE'93, le second pour l'organisation du colloque AAI'93. Ce résultat tient notamment au fait que les processus de sélection des articles ne relevaient pas simplement de l'application immédiate de critères simples et universellement partagés de validité des démonstrations, conduisant à évaluer le théorème d'Elkan sur un mode unique. Les modalités et la signification de l'issue de ces processus étaient bien plus complexes et parfaitement opaques pour qui ne les avait pas suivis en détail.

³⁵ En dépit de son intérêt, nous n'entrerons pas ici dans une discussion (forcément longue) de la notion de « contrainte objective » des manipulations symboliques, telle qu'elle est en particulier développée par Pickering et Stephanides. A ce sujet, voir C. Rosental [2003], op. cit.

³⁶ L'expression de remerciements à ses lecteurs dans la première version publiée de son article en gardait du reste la trace. Voir C. Elkan [1993], op. cit., p. 702.

³⁷ La saisie d'une telle dynamique donne sens au projet de Lakatos d'appréhender les présentations formelles d'un résultat comme les carnets de notes de négociations, et de prendre le contre-pied d'une philosophie formaliste des mathématiques et de la logique, qu'il compare à l'étude de la dissection des cadavres dans le domaine de la biologie humaine, pour développer une histoire et une philosophie de la *recherche* mathématique et logique, comparée quant à elle à l'étude de la physiologie dans le domaine de cette même biologie humaine. Voir I. Lakatos [1984], op. cit., pp.3-4.

³⁸ Ce cas illustre bien la thèse des mathématiciens DeMillo, Lipton et Perlis sur le rôle essentiel des interactions dans lesquelles l'auteur d'une preuve est engagé, dans la conviction qu'il peut acquérir de la validité de cette dernière. Voir R. DeMillo, R. Lipton, et A. Perlis [1979], op. cit.

La sélection de contributions à ces colloques, qui impliquait un grand nombre d'évaluateurs, avec un ratio pouvant atteindre 170 rapporteurs pour 270 textes soumis ³⁹, était le produit d'une chaîne spécifique de décisions, de considérations, de contraintes et de marges de manœuvre de collectifs d'acteurs. Pour un article donné, l'issue du processus de sélection dépendait notamment, comme dans d'autres domaines de recherche scientifique, des choix d'attribution de rapporteurs, des savoir-faire propres de ces derniers, des thèmes choisis pour les différentes sessions (qui pouvaient ne pas entrer en correspondance claire avec le texte), des quotas retenus par les comités de programme pour chaque session, des représentations performatives plus ou moins homogènes du genre des publications à retenir, d'éléments d'appréciation faisant l'objet d'un travail permanent de création, d'arbitrage mais aussi d'hésitations et d'incertitudes de la part des rapporteurs.

Une liste fermée et définitive de quelques facteurs ne parviendrait pas à rendre compte du caractère complexe, en partie incertain et créatif de ce travail d'évaluation, qui consistait pour les rapporteurs à *rechercher*, souvent au cas par cas, quelques critères *décisifs* permettant de constituer et de justifier les décisions, d'échapper le plus souvent à l'indicibilité, au vocabulaire du goût, ou à un constat d'irrationalité ou de relatif arbitraire des choix, et de leur substituer des registres de justification susceptibles d'emporter l'adhésion de leurs interlocuteurs potentiels (membres du comité de programme et parfois auteurs en cas de contestation des décisions). Certains membres des comités de programme chargés de l'attribution des articles aux divers évaluateurs affirmaient du reste choisir les rapporteurs en fonction de leur « capacité à dire quelque chose », même s'ils n'étaient pas toujours considérés comme parfaitement aptes à bien comprendre et évaluer les exposés dans leurs détails, compte tenu de la grande spécialisation des savoirs mis en jeu.

Mais par delà la diversité des aspects caractérisant d'une manière générale l'évaluation des textes, plusieurs éléments plus spécifiques permettent de comprendre, du moins en partie, pourquoi l'article d'Elkan avait été refusé dans le cadre d'un premier colloque et accepté dans le cadre du second.

Réunissant des universitaires, des chercheurs travaillant pour des organismes publics ou privés, mais aussi des ingénieurs, des industriels et des journalistes scientifiques, ces colloques étaient organisés à des fins diverses. Il s'agissait entre autres de permettre à des acteurs travaillant à travers le monde dans une même sous-spécialité, qu'elle soit liée à des travaux essentiellement « théoriques » (par exemple, la théorie mathématique des ensembles flous) ou au développement par diverses méthodes d'un type particulier de dispositif (par exemple, la construction de logiciels informatiques pour la reconnaissance des formes) de se rencontrer et de procéder à diverses formes d'échanges. Mais ce rassemblement offrait du même coup la possibilité aux fondateurs d'un domaine de recherche de montrer à tous les participants la fécondité et le caractère « universel » d'une ou plusieurs théories jugées représentatives de l'approche qu'ils avaient contribué à forger (comme la logique floue ou encore, par exemple, la logique non-monotone en intelligence artificielle « classique ») au travers de toute la gamme existante de ses « applications ».

Il s'agissait donc à la fois de lieux de *rassemblement* d'acteurs partageant un intérêt pour un même domaine, d'outils pour favoriser leurs interactions et leurs échanges, mais aussi de ressources pour l'organisation de *démonstrations de force* ⁴⁰ célébrant les vertus d'une approche théorique particulière. A ce titre, ces colloques se devaient, aux yeux des organisateurs, d'être relativement « peu sélectifs » (c'est-à-dire en pratique avec un quota de refus de communications plus proche de

³⁹ Tel était le cas pour l'organisation de FUZZ-IEEE'92.

⁴⁰ pour faire écho à la notion développée dans C. Mukerji, *Territorial Ambitions and the Gardens of Versailles*, Cambridge, Cambridge University Press, 1997.

un sur deux que de neuf sur dix, contrairement à d'autres types de manifestations), mais aussi « représentatifs » de l'extrême diversité des recherches et des réalisations menées dans le domaine concerné.

Compte tenu de ces seuls éléments, le texte critique d'Elkan, qui ne consistait pas à mettre en avant un apport théorique ou pratique ponctuel de la logique floue, avait toutes les chances de ne pas être retenu pour le grand colloque sur la logique floue FUZZ-IEEE'93. De surcroît, appréhendé en particulier par le président du comité de programme comme mettant en avant un théorème fondé sur une « erreur stupide » (comparée à celle qui consisterait à montrer que la géométrie non euclidienne est impossible, en introduisant par erreur dans la démonstration un axiome de géométrie euclidienne), le texte d'Elkan fut rejeté sans appel.

En revanche, l'apparente « injustice » que ce refus était à même de représenter aux yeux des partisans des méthodes de l'intelligence artificielle classique en charge de l'organisation d'AAAI ne pouvait que mobiliser *encore plus* ces derniers en faveur de la publication de son texte. Cet événement prenait en effet place, rappelons-le, dans un contexte de concurrence très forte et sur de multiples fronts entre partisans d'un certain nombre d'approches dites classiques de l'intelligence artificielle et les adeptes de la logique floue. De fait, pratiquement aucune communication consacrée à la logique floue n'était présentée lors des colloques AAAI, les rares cas de non-autocensure de la part des auteurs faisant généralement l'objet de refus de publication - cette situation étant en partie pré-orchestrée par l'absence de catégories thématiques propres à ce domaine de recherche. Aussi, un certain nombre de personnalités participant à l'organisation de AAAI, qui n'envisageaient ou ne percevaient aucune faille dans le théorème d'Elkan, compte tenu de leurs savoir-faire propres, décidèrent-ils non seulement de le publier mais également de le promouvoir en lui décernant un prix : il fut inscrit dans la liste des quatre meilleurs articles du colloque.

Ainsi, l'acceptation ou le refus du théorème d'Elkan mettait en jeu un ensemble de dispositifs, de compétences, de considérations et de décisions (en partie conjoncturelles), qui n'étaient pas identiques d'une tribune à l'autre. Le travail de sélection d'articles n'était pas en particulier réductible à un mécanisme permettant en pratique d'identifier des théorèmes que tout lecteur pouvait appréhender comme vrais (ou s'ils n'étaient pas retenus, comme faux).

De cet état de fait, les acteurs travaillant dans les domaines de recherche concernés, et plus encore ceux ayant déjà participé à un travail de sélection d'articles, en étaient tout à fait conscients⁴¹. Aussi, selon qu'ils fussent plus ou moins au fait des dynamiques d'évaluation des textes lors de AAAI'93 et de FUZZ-IEEE'93, selon leurs options méthodologiques (qui pouvaient les conduire à affirmer qu'ils pouvaient « se douter qu'un tel théorème était démontrable » ou au contraire les amener à penser qu'un tel théorème « ne pouvait être que faux »), les acteurs pouvaient interpréter la publication du théorème d'Elkan et le prix qui lui avait été attribué de manière très variable : il s'agissait d'un signe, estimé plus ou moins sûr selon les cas, de validité et de pertinence du théorème pour certains, d'antagonisme marqué à la logique floue pour d'autres.

⁴¹ Pour les mathématiciens Davis et Hersh, n'importe quel article mathématique soumis à une revue peut être refusé ou accepté selon les rapporteurs auquel il est soumis. Selon les auteurs, décider du caractère satisfaisant d'une preuve, de ce qui pose problème et de ce qui est intéressant relève d'un savoir « corporatiste » souvent inaccessible pour des individus hors d'une sous-discipline. Pour Davis et Hersh, la réputation de l'auteur, de sa fiabilité, de son originalité, la représentation du comité de lecture du champ de recherches couvert par la revue sont autant d'éléments importants pour accepter ou refuser un article, d'autant que les rapporteurs effectuent généralement des vérifications partielles et font confiance à l'auteur pour le reste de la preuve. Voir P. J. Davis et R. Hersh [1987], op. cit.

En tout état de cause, le prix décerné à l'article d'Elkan avait engendré de vives réactions de la part des chercheurs en logique floue et suscité des débats dans plusieurs tribunes, à commencer par un forum électronique d'Internet consacré spécialement au thème de la logique floue, baptisé *comp.ai.fuzzy*. Aussitôt après la publication de l'article, ce forum avait constitué pendant près de six mois un lieu privilégié d'échange de points de vue sur le théorème d'Elkan, avant que les premières réactions sous forme d'articles ne puissent paraître dans des revues spécialisées. Quelles premières représentations du théorème d'Elkan émergeaient des débats qui s'étaient déroulés sur *comp.ai.fuzzy* tout au long de cette période ?

Représentations et validation d'un théorème au fil de la production de substituts à sa démonstration.

Le forum *comp.ai.fuzzy* permettait, à tout individu disposant d'un accès à Internet, la lecture et l'affichage pendant plusieurs jours de messages électroniques, pour peu que ces derniers soient consacrés au thème de la logique floue. A ce titre, le filtrage des messages était dit « modéré ». En pratique, les auteurs et les lecteurs d'interventions portant sur le théorème d'Elkan, comme sur d'autres sujets, étaient essentiellement des universitaires, des chercheurs et des ingénieurs travaillant pour des organismes publics et privés dans les domaines de la logique floue et de l'intelligence artificielle « classique ». Le forum permettait une ouverture des débats relativement « large » au sein de ce rassemblement spécifique, l'expression publique de nombre de points de vue tenant avant tout à l'absence de sélection et de contraintes éditoriales dans cette tribune, et en particulier à la possibilité d'y faire paraître des textes peu travaillés, formés par exemple à l'occasion d'une « pause » de quelques minutes ⁴².

Quelle était, dans ce cadre, la nature des échanges portant sur le théorème d'Elkan ? On avait affaire en premier lieu à des dénonciations d'erreurs attribuées à l'auteur, à des commentaires critiques sur la signification et la portée exactes du théorème, ainsi que sur la nature des hypothèses mobilisées au cours de sa démonstration.

Au fil des messages, il apparaissait que l'article d'Elkan était peu accessible et/ou peu lu ⁴³. Dans ces conditions, on assistait à une inflation de « résumés » et de « présentations » du théorème et de sa preuve pour étayer les critiques. Bien qu'ils se présentent comme des substituts fidèles aux productions d'Elkan, il s'agissait en fait d'autant de reformulations du théorème, de constructions de *nouveaux* mécanismes démonstratifs, souvent élaborées à partir des sources secondaires que constituaient les messages affichés antérieurement sur le forum. Dire en quoi consistait le théorème et sa démonstration, ou s'en faire le juge en rédigeant une critique à leur sujet, relevaient alors fondamentalement du même exercice, se résumant à la production de nouveaux textes démonstratifs.

La rédaction des points de vue s'opérait couramment en reprenant des passages des messages antérieurs, et en insérant des commentaires au détour d'un pas jugé critique d'une démonstration ou contre-démonstration. Ce mode d'écriture aboutissait à d'authentiques textes collectifs, formés de plusieurs niveaux de citation et d'enchaînements démonstratifs, mais aussi de

⁴² Sur ce point, mais aussi pour des développements complémentaires sur les usages sociaux d'Internet dans la recherche, voir C. Rosental, "Le rôle d'Internet dans l'évolution des pratiques, des formes d'organisation, et des réseaux de la recherche", *Annales des Mines*, février 1998, pp. 103-108.

⁴³ A titre d'exemples, voir les extraits de messages suivants (la numérotation des messages correspond à celle adoptée sur le forum *comp.ai.fuzzy*) : " Elkan's argument is a straw horse, from what you have said of it. [...] I would like to see what he has to say. [...] So where can I get this document ? " [message n° 767] ; " Is Elkan's paper on the reducibility of Fuzzy Logic available on the net ? Thank you for your help " [message n° 1778].

désaccords affichés, car certains intervenants écrivaient ne pas voir à telle ou telle étape ce que d'autres montraient ⁴⁴ ou affirmaient avoir fait apparaître ⁴⁵.

Quelles représentations affichées du théorème d'Elkan résultaient alors de ce magma de démonstrations ⁴⁶ ? Comme nous l'avons évoqué, compte tenu de difficultés matérielles d'accès à l'article originel d'Elkan, mais aussi du peu de lectures attentives de son texte, liées notamment à de faibles investissements temporels dans ces débats de la part de nombre d'acteurs, on pouvait constater que les représentations du théorème se forgeaient en partie à l'appui des « substituts » proposés sur le forum.

Certains participants manifestaient ainsi un raffermissement ou un retournement de leur point de vue sur ce théorème, suite à la lecture de messages antérieurs ⁴⁷. En revanche la plupart des intervenants, après avoir lu ces mêmes messages, campaient très vite sur des points de vue fondés sur des approches normatives antagonistes de ce que *devaient* être la logique, la logique floue, une démonstration logique, ou encore les façons d'en débattre ⁴⁸. En particulier, des approches parfois très sédimentées de ce qu'il était prioritaire de rédiger au cours d'une démonstration telle que celle d'Elkan, de ce qui faisait la nécessité d'une preuve, étaient alors en jeu ⁴⁹. Bien que les preuves formelles offrent des modes d'emploi de leur propre lecture, de par cette hétérogénéité des conceptions de l'exercice de la logique, à laquelle correspondait également, par delà un minimum de compétences communes, une hétérogénéité de dotations en savoir-faire chez les participants aux

⁴⁴ L'extrait de message suivant illustrera clairement ce point (à noter que l'utilisation du symbole « > », généré par les logiciels de courrier électronique dans la formulation de réponses à des messages antérieurs, correspond à des guillemets ; une succession de plusieurs symboles de ce type correspond à autant de niveaux de citation ; les italiques, en revanche, n'étaient pas présents dans le texte original) :

" >>Zadeh's logic is distributive and, therefore, the roots of

>>Elkan's mistake do not lie on distributivity but on failure of the

>>law of the excluded middle (as correctly pointed out by Kroger).

Well *let's look at this again*. We can simplify Elkan's proof to the following : Starting from Gaines axioms $t(\text{true}) = 1$, $t(\text{not } A) = 1 - t(A)$, $t(A \text{ or } B) = \max(t(A), t(B))$, $t(A) = t(B)$ if A and B are logically equivalent. We may consider $t(A \text{ or not } A) = t(\text{true})$ by the last axiom $\Rightarrow \max(t(A), 1-t(A)) = 1 \Rightarrow t(A) = 1$ or $t(A) = 0$. I think the problematic step is the first one, the use of the last axiom. *I don't see the excluded middle coming in here* " [message n° 827].

⁴⁵ Sur le rôle parfois majeur de « ceux qui n'ont pas vu » en sciences, voir M. Ashmore, "The Theatre of the Blind : Starring a Promethean Prankster, a Phoney Phenomenon, a Prism, a Pocket, and a Piece of Wood", *Social Studies of Science*, vol. 23, 1993, pp. 67-106 ; S. Schaffer, "Self Evidence", *Critical Inquiry*, 18, Winter 1992, pp. 327-362. Voir également l'approche sociologique des apparitions développée sur d'autres objets dans E. Claverie, "Voir apparaître, regarder voir", *Raisons Pratiques*, vol. 2, 1991, pp. 1-19.

⁴⁶ L'usage que nous faisons de la notion de magma est à la mesure de l'importance qu'elle joue dans la rhétorique grecque. A ce sujet, voir B. Cassin, *L'Effet sophistique*, Paris, Gallimard, 1995.

⁴⁷ Voir par exemple cet extrait de message :

" > $t(\text{not}(A \text{ and not}(B))) = t(B \text{ or } (\text{not}(A) \text{ and not}(B)))$

This statement was worrying me too. I was wondering if it really should hold in fuzzy logic. There are other statements in classical logic that don't work in fuzzy logic. It would seem the answer is no, it wouldn't. I wasn't sure if I was missing something though, but I think Loren's post illustrates the mistake in it " [message n°1823].

⁴⁸ Ainsi certains intervenants d'exprimer des opinions contradictoires sur l'intérêt ou la nécessité de conserver le principe du tiers exclu : "This doesn't make sense to me. I cannot imagine a scenario in which I was uncertain about the truth of (B or not(B))." [message n° 813] ; "You're still thinking Boolean. [...] With fuzzy logic (if B or not B) has much more meaning than in Boolean (it's meaningless in Boolean)." [message n° 814]. Et d'autres de mettre en avant des normes de conduite des débats, comme sur le passage suivant : " I did not reply to his [Elkan's] post since it was directed at an emotional level " [message n° 832].

⁴⁹ Ces débats ne sont bien entendu pas étrangers aux dissensions radicales qui ont marqué l'histoire de la logique jusqu'à nos jours. Voir notamment J. Largeault, [1993], op. cit. , pp. 21-23, 110-119 ; R. Carnap, *The logical syntax of language*, Londres, K. Paul, Trench, Trubner and Co, 1937 (1934), pp. 51-52.

débats, la réplique des lectures voulues par les auteurs des messages n'était généralement pas atteinte ⁵⁰.

Il en résultait des points de vue affichés très éclatés et contradictoires sur le théorème d'Elkan et sa démonstration, en particulier quant à la question de leur validité, de leur portée et de leur exacte signification ⁵¹. Seuls quelques points de vue commençaient à acquérir une visibilité supérieure aux autres au bout de quelques mois, ceux d'Elkan et de quelques personnalités de la logique floue. En attendant de pouvoir s'exprimer dans des revues, ces derniers avaient en effet cru bon de faire acte de présence démonstrative sur le forum, afin de tenter de ne pas laisser proliférer des représentations de la logique floue et du théorème par trop éloignées de ce qui leur apparaissait raisonnable ou souhaitable. Pour donner plus de visibilité à leur message comparativement aux autres, plusieurs dispositifs avaient été mis en place par des chercheurs en logique floue : citations et réaffichages fréquents, placement de leur texte dans une base de données accessible par Internet, dont les coordonnées électroniques étaient régulièrement affichées.

Ainsi, compte tenu de l'existence de ces dispositifs conduisant à une visibilité différenciée des messages, les textes affichés sur le forum n'avaient pas un poids identique dans la formation de représentations sur le théorème d'Elkan. La capacité de conviction des nouvelles démonstrations et contre-démonstrations du théorème n'était donc pas seulement *limitée*. Dans le cadre même de cette économie matérielle de l'accès aux textes, elle était également *variable*.

La formation de représentations sur le théorème d'Elkan dans le cadre du forum ne procédait pas ainsi d'une somme d'examen individuels homogènes de sa démonstration, obtenus suite à des lectures attentives d'un texte d'accès non problématique. Compte tenu notamment de la dimension scripturale des échanges et de la mise en place d'une économie matérielle de l'accès aux textes, ce processus n'était pas non plus réductible à un échange *d'arguments*, ni même du reste à des *discussions*. Enfin, le processus de validation dialectique auquel le théorème d'Elkan avait été soumis était loin d'aboutir à une vision collective tranchée et uniforme quant à la question de sa validité : même la question apparemment simple de la portée et de la signification exactes du théorème faisait l'objet d'une pluralité de représentations.

Partant de cette situation, quelles furent alors les conséquences, du point de vue des représentations formées sur le théorème d'Elkan, de la poursuite des débats dans d'autres tribunes ?

Polysémie, différenciation ou fédération des points de vue : des opérateurs de stabilisation des débats conduisant à la formation d'un énoncé collectif.

Aux yeux des principaux chefs de file de la logique floue, la publication du théorème d'Elkan risquait d'entraîner une perte importante de crédibilité de leur domaine de recherche. Afin de tenter d'en minimiser l'ampleur, plusieurs d'entre eux s'étaient mobilisés pour organiser une

⁵⁰ Ce type d'interprétation fournit plus généralement une ressource pour comprendre pourquoi la logique et les mathématiques sont tant « discutées », alors que cet état de fait serait inexplicable si l'on pensait en particulier que l'usage d'écritures symboliques permettait en tant que tel la formation de consensus immédiats. Il fait également sens de l'affirmation de DeMillo, Lipton et Perlis, selon laquelle la grande majorité des théorèmes sont contredits ou disqualifiés, lorsqu'ils ne sont pas rejetés dans le doute ou simplement ignorés des mathématiciens. Voir R. DeMillo, R. Lipton, et A. Perlis [1979], op. cit.

⁵¹ En particulier, si certains auteurs affirmaient que la preuve d'Elkan était valide, d'autres déclaraient qu'elle ne l'était pas. Diverses raisons étaient invoquées, parmi lesquelles l'introduction abusive d'un principe de distributivité de "et" par rapport à "ou" dans la démonstration, l'introduction implicite et erronée du principe du tiers exclu, le recours à des hypothèses non valides, le caractère inadapté de la notion d'équivalence logique mobilisée, l'introduction d'égalités numériques erronées, ou encore « l'injection » incorrecte de valeurs binaires dans des énoncés de logique floue.

riposte aussi efficace que possible, menée sur un certain nombre de fronts. En particulier, parallèlement à leur intervention sur le forum électronique, une lettre de protestation avait été adressée aux organisateurs d'AAAI'93, et divers projets de publication de réponses à l'article d'Elkan avaient vu le jour.

C'est ainsi que plusieurs mois après la tenue de ce colloque, les lieux centraux des débats se trouvaient hors du forum électronique, dans des revues spécialisées en intelligence artificielle. Ce déplacement des *échanges affichés* dans d'autres tribunes s'accompagnait d'une transformation radicale de la temporalité des débats et d'une élévation considérable du seuil d'investissement à franchir pour « rester dans la partie » : dès lors, rendre public un point de vue nécessitait notamment une soumission à des contraintes éditoriales, la production d'un texte suffisamment travaillé, mais aussi un plein investissement dans un milieu où les relations interindividuelles et les « réputations » étaient essentielles dans le processus de sélection (et souvent de commande) d'articles ⁵².

Certains chercheurs en logique floue avaient déjà acquis une longue expérience de ce type de situation. Depuis de nombreuses années, ils avaient essayé puis stigmatisé une large gamme de critiques portées sur leur domaine de recherche, au point de pouvoir constituer ce qu'ils appelaient un grand « bêtisier » ⁵³. Ils avaient alors pris l'habitude de défendre la logique floue en s'en faisant les porte-parole, élaborant au fil du temps d'authentiques répertoires contre-démonstratifs, aussi bien pour l'écrit que pour l'oral ⁵⁴. Les réponses à l'article d'Elkan de ces porte-parole de la logique floue s'appuyaient donc sur des savoir-faire déjà bien établis, y compris en matière d'organisation d'une riposte.

Dotés de ces compétences spécifiques, plusieurs d'entre eux s'étaient coalisés pour fédérer une réplique ferme, plus visible, et constante dans le temps, contrastant avec la franche cacophonie des messages affichés sur le forum électronique. La réitération, pour ne pas dire le martèlement des mêmes éléments contre-démonstratifs, constituait en tant que telle un outil pour littéralement *discréditer*, autant que faire se peut, les thèses d'Elkan. En effet, ces dernières étaient alors susceptibles d'apparaître comme faisant l'unanimité (du moins celle des chercheurs en logique floue) contre elles. C'est ainsi que huit chercheurs en logique floue avaient par exemple cosigné un article dont le contenu était proche des développements d'un message affiché sur le forum électronique, soumettant le point de vue d'Elkan à l'épreuve du nombre, à défaut de suffire par là même à le marginaliser ⁵⁵.

Cette unité des ténors de la logique floue n'était pourtant qu'apparente. En particulier, Bart Kosko, l'auteur de l'article qui avait servi de point de départ à la formulation du théorème d'Elkan, n'avait pas participé aux débats. Il défendait en effet une définition de la logique floue qui, bien que toujours plus visible et soutenue par une quantité croissante de partisans, était cependant de plus en plus contestée par nombre de chercheurs en logique floue ⁵⁶. Au moment de la publication du

⁵² Voir à nouveau P. J. Davis et R. Hersh [1987], op. cit.

⁵³ Pour une vision plus large des critiques portées à la logique floue, et des réponses apportées à ces dernières, voir C. Rosental, "Fuzzyfying the world - Social practices of showing the properties of fuzzy logic", dans M. N. Wise (sous la dir. de), "Growing Explanations: Historical Perspectives on Recent Science", Durham: Duke University Press, 2004, pp. 279-319.

⁵⁴ Dans ce dernier cas, les répertoires étaient souvent agrémentés d'une réserve de bons mots et de plaisantes anecdotes, faisant ainsi écho aux railleries des critiques de la logique floue.

⁵⁵ H. R. Berenji, J. Bezdek, P. Bonissone, D. Dubois, R. Kruse, H. Prade, P. Smets, R. Yager, "A Reply to the Paradoxical Success of Fuzzy Logic", *AI Magazine*, 15, 1, Printemps 1994, pp. 6-8.

⁵⁶ Voir en particulier B. Kosko, *Fuzzy Thinking: The New Science of Fuzzy Logic*, New York, Hyperion, 1993 ; E. H. Ruspini, "An opportunity missed", *IEEE Spectrum*, Juin 1993, pp. 11, 12, 15 ; D. McNeill, et P. Freiberger, "Out of

théorème d'Elkan, deux larges coalitions d'acteurs étaient ainsi en train de se former, défendant, au fil de conflits toujours un peu plus ouverts, des visions concurrentes de la logique floue⁵⁷. Elkan avait du reste été le premier à ne pas saisir l'existence de définitions si peu unitaires de la logique floue, en adoptant une attitude d'ignorance revendiquée de la littérature existante dans ce domaine.

La publication du théorème d'Elkan avait à son tour contribué à mobiliser davantage certains « poids lourds » de la logique floue contre les visions koskoïennes de cette théorie, qui pouvaient apparaître comme la source fondamentale d'actions telles que celle menée par Elkan. C'est ainsi que face à des porte-parole de la logique floue ayant toutes les raisons de ne pas solliciter son intervention dans les revues, risquant de surcroît d'être pris entre deux feux s'il exprimait publiquement son point de vue, Kosko avait donc, de façon faussement paradoxale, conservé le silence. Il contribuait du même coup à renforcer une image d'unité des chercheurs en logique floue face au théorème d'Elkan.

A la multiplicité des contre-démonstrations qui avaient été formulées sur le forum électronique, avait donc succédé un petit ensemble d'interventions de porte-parole avérés de la logique floue, organisées autour de points de vue fédérés. « Le » théorème d'Elkan était en particulier présenté comme un résultat « en fait » très simple (dès lors qu'il était reformulé de façon « adéquate »), « connu de longue date » et « sans conséquence » sur les fondements de la logique floue. L'image d'une confrontation bi-polaire entre le point de vue d'Elkan et « celui » des chercheurs en logique floue se construisait progressivement au travers de démarches complémentaires, qu'il s'agisse par exemple d'une co-signature d'article, ou encore de la présentation dans les revues (reprise en écho dans le forum électronique⁵⁸) de « résumés » des textes publiés, simplifiant à outrance les positions des intervenants et les figeant dans un face à face réduit à sa plus simple expression⁵⁹.

Comme nous l'avons évoqué, compte tenu notamment des contraintes éditoriales, les possibilités d'exprimer publiquement un point de vue, impliquant désormais un investissement bien plus élevé, se trouvaient considérablement réduites⁶⁰. Si le nombre d'intervenants dans les débats était par suite bien plus faible, et si la plupart de ceux qui avaient participé aux échanges sur le forum disparaissaient, il ne faudrait pas en conclure que ces derniers avaient été pour autant convaincus par les points de vue raréfiés émergents, et s'y étaient ralliés. Cette soudaine unité tenait plus simplement au fait que certains étaient parvenus à garder la parole et à multiplier sa capacité de résonance, alors que d'autres avaient été amenés à se taire, faute de pouvoir ou vouloir franchir les épreuves leur permettant de faire valoir leur avis.

En tant que telle, cette dynamique singulière contribuait fortement à une stabilisation des débats. Qu'en était-il alors des démarches d'Elkan et de ses partisans ? Face à une telle riposte, quelles avaient été leurs réactions ?

focus on fuzzy logic", *IEEE Spectrum*, Août 1993, p. 6 ; E. H. Ruspini, "Fuzzy logic revisited", *IEEE Spectrum*, Septembre 1993, p. 6 ; D. McNeill, et P. Freiburger, "The authors respond", *IEEE Spectrum*, Septembre 1993, pp. 6, 8.

⁵⁷ Voir C. Rosental, "Histoire de la logique floue. Une approche sociologique des pratiques de démonstration", *Revue de Synthèse*, vol. 4, n° 4, octobre décembre 1998, pp. 575-602.

⁵⁸ En particulier, une fois les débats déplacés dans les revues, une rubrique du « FAQ » (abréviation de « Frequently Asked Questions », littéralement : questions posées fréquemment) de *comp.ai.fuzzy* avait été créée, présentant les échanges sur le théorème d'Elkan en opposant « le » point de vue des chercheurs en logique floue à celui d'Elkan.

⁵⁹ Voir en particulier *AI Magazine*, 15, 1, Printemps 1994, pp. 6-8.

⁶⁰ La revue *IEEE Expert*, en consacrant finalement un numéro spécial aux débats sur l'article d'Elkan en août 1994, avait toutefois ouvert, de façon exceptionnelle, un espace pour l'expression de points de vue de plusieurs chefs de file de la logique floue. Mais l'ampleur de cette ouverture demeurait là encore toute relative.

Au fil des points de vue exprimés sur le forum, mais aussi des courriers privés que des chercheurs en logique floue lui avaient adressés et des paroles qu'il avait échangées avec ces derniers, Elkan avait eu l'opportunité de mieux saisir les divisions des chercheurs, notamment quant à la définition de leurs objets, et quant à leurs représentations de son théorème et de sa démonstration. La découverte de ces fractures évolutives offrait à Elkan la possibilité de multiplier les reformulations et les démarches personnalisées pour tenter d'apaiser les réactions antagonistes exprimées à son égard ⁶¹, et de solidifier ses résultats - ou plus exactement ce qu'il présentait à chaque fois comme étant la « vraie » nature de ses résultats. Cette ressource était pour lui d'autant plus précieuse qu'il s'était finalement retrouvé fort isolé dans les débats face à ses critiques : très peu de soutiens à ses thèses avaient été publiquement exprimés durant les premiers mois suivant la publication de son article.

Dans ce contexte, Elkan avait expérimenté dans un premier temps, auprès de publics et d'acteurs divers, plusieurs reformulations de sa démonstration et de son théorème, qui lui permettaient d'espérer minimiser la violence de la riposte des chercheurs en logique floue, sans pour autant mécontenter ses partisans de la veille, auprès desquels il lui fallait susciter des réactions publiques de soutien. Il avait ainsi modifié sa démonstration et sa signification affichée de façon différenciée, évolutive, et parfois personnalisée. En bon acteur goffmanien, plus investi en un sens dans l'agir dramaturgique que dans l'agir communicationnel ⁶², Elkan adaptait ses interventions à ses divers interlocuteurs et aux diverses tribunes dans lesquelles il s'exprimait.

Ainsi par exemple, à une partie de ceux qui lui reprochaient d'avoir introduit « implicitement » dans sa démonstration un axiome rejeté par la logique floue pour obtenir son théorème (un axiome « équivalent » au principe du tiers exclu), Elkan leur répondait en privé, au cours d'une des phases des débats, que « l'utilisateur moyen » de la logique floue pouvait ne pas se rendre compte de l'impossibilité de mobiliser ce type d'axiome, pourtant « si usuel ». Alors même que certains de ses interlocuteurs affirmaient qu'Elkan ne reconnaissait pas, au moment de la publication de son théorème, avoir introduit l'équivalent du principe du tiers exclu dans sa démonstration, Elkan revendiquait alors pleinement son utilisation en attribuant à son théorème une valeur avant tout pédagogique ⁶³.

Puisque son article, en tant que dispositif matériel singulier lancé dans le monde, s'avérait finalement insuffisant pour l'aider à contrer les critiques qui lui étaient adressées, Elkan *l'accompagnait* en produisant de nouveaux textes et de nouveaux discours, qui fournissaient de nouvelles instructions pour sa lecture ou son appréhension globale. Elkan façonnait par là même de nouveaux outils pour modifier le rapport des lecteurs à son texte originel ⁶⁴. De tels ajustements allaient eux aussi dans le sens d'une stabilisation des débats, puisqu'ils limitaient les désaccords en

⁶¹ Quelques chercheurs en logique floue saisissaient pleinement la nature de l'exercice auquel Elkan se livrait. L'un d'entre eux nous avait ainsi fait part, non sans une certaine ironie, de son « étonnement » de recevoir de la part d'Elkan un courrier, qu'il qualifiait de lettre d'excuse.

⁶² Voir E. Goffman, *La mise en scène de la vie quotidienne*, Paris, Minuit (2 tomes), 1973 ; J. Habermas, *Théorie de l'agir communicationnel*, Paris, Fayard (2 tomes), 1987 (1981). Voir également B. Lahire, *L'homme pluriel. Les ressorts de l'action*, Paris, Nathan, 1998.

⁶³ Sur la question du primat de l'expression publique pour la saisie des actes d'énonciation, voir L. Quéré, "Agir dans l'espace public. L'intentionnalité des actions comme phénomène social", dans P. Pharo et L. Quéré (ed.), *Les formes de l'action*, Paris, EHESS, 1990, pp. 85-112.

⁶⁴ Pour une illustration sur une période plus longue, autour du cas du théorème de Fermat, du caractère pleinement historique des lectures des mathématiques, voir C. Goldstein, *Un théorème de Fermat et ses lecteurs*, Saint Denis, Presses Universitaires de Vincennes, 1995. Pour des éléments d'histoire matérielle de la lecture, voir R. Chartier (ed.), *Les Usages de l'imprimé*, Paris, Fayard, 1987.

les faisant apparaître rétrospectivement comme des malentendus (distincts bien sûr selon les interlocuteurs et les publics).

Elkan se livrait donc à un exercice fondamentalement différent de celui de ses contradicteurs. Alors que pour la plupart des chefs de file de la logique floue, il s'agissait, à l'appui d'une certaine pratique de ce type de critiques et de débats, de faire acte de fermeté, de constance et de coordination dans la riposte, Elkan devait quant à lui faire preuve d'une grande mobilité, en produisant des réponses différenciées, évolutives et en tentant diverses actions de médiation. Il improvisait plus qu'il n'orchestrail. Il s'agissait pour lui d'un exercice non pas routinier, mais au contraire aussi ponctuel que nouveau.

Cependant, au bout de quelques mois, Elkan était parvenu à limiter sa production de réponses différenciées, très coûteuse en temps et en énergie, et à adopter une démarche plus efficace. Il avait, dans une nouvelle version de son article à paraître dans la revue *IEEE Expert* et disponible sur Internet fin 1993, mis au point des reformulations polysémiques, qu'il pouvait cette fois présenter à des publics hétérogènes, et dont l'effet était double. A l'issue de la confrontation des différents lecteurs ou auditeurs à ces reformulations, ces derniers pouvaient adopter des points de vue radicalement divergents sur la nature et la signification de son théorème. Mais en même temps, ils pouvaient s'accorder pour lui attribuer une forme de validité, bien entendu variable selon les cas.

Par exemple, dans la nouvelle version de son texte, Elkan qualifiait l'axiomatique qu'il avait associée à la logique floue pour démontrer son théorème de caractérisation « apparemment raisonnable » de cette logique. Cette expression pouvait être interprétée de façon variable par ses lecteurs. Pour certains chercheurs en logique floue relativement au fait des débats, son emploi pouvait signifier qu'Elkan avait pris en compte les critiques qui lui avaient été adressées quant à la portée limitée de son théorème, et que « le malentendu » était maintenant dissipé. Cependant, un lecteur au contraire peu au fait des débats, connaissant mal de surcroît la littérature en logique floue, pouvait attribuer une portée bien plus générale à son théorème. Cette diversité de lectures possibles était du reste entretenue par l'emploi, tout au long du texte, de formules soutenant tantôt l'une des interprétations, tantôt l'autre ⁶⁵.

A l'appui d'un texte aussi richement polysémique, Elkan pouvait se targuer, au cours d'échanges privés avec des partisans de l'intelligence artificielle classique, d'avoir fait preuve de fermeté dans ses positions, et d'avoir démontré un théorème de première importance, montrant « les limites » de la logique floue. Mais il pouvait également affirmer en privé à des chercheurs en logique floue avoir essentiellement formulé des critiques constructives et voulu faire preuve de pédagogie en démontrant un théorème de portée « limitée », au point même de pouvoir envisager à l'avenir des collaborations avec ces derniers ⁶⁶.

La rédaction d'un texte polysémique ⁶⁷ offrait ainsi à Elkan d'importantes marges de manœuvre dans ses échanges privés pour faire valoir « la » validité de son théorème sur divers

⁶⁵ Ainsi Elkan d'écrire dans la nouvelle version de son article (l'utilisation d'italiques relève de notre propre initiative) : " The equivalence used in [my] Theorem [...] is rather complicated , but it is plausible intuitively, and it is natural to apply in reasoning about a set of fuzzy rules, since $\sim(A\wedge\sim B)$ and $B\vee(\sim A\wedge\sim B)$ are both re-expressions of the classical implication $A \rightarrow B$. It was chosen for this reason, but *the same result can also be proved using many other ostensibly reasonable logical equivalences.* "

⁶⁶ Elkan était par exemple parvenu, au cours d'une longue discussion avec un des pionniers de la logique floue, à envisager avec ce dernier de travailler sur la rédaction d'un article commun.

⁶⁷ La mise en évidence de la construction et des usages d'un tel dispositif montre les limites des approches sémiotiques des mathématiques consacrant l'univocité des signes et ne prenant pas en compte l'échec possible des effets qui y semblent les plus programmés. Ce constat est bien sûr valable, quelques soient les raffinements apportés à l'analyse de

modes. L'auteur pouvait également s'appuyer sur une reformulation unique de ses thèses pour l'ensemble de ses réponses « à la masse », évitant ainsi de multiplier les ajustements en fonction des tribunes dans lesquelles il devait s'exprimer.

Cependant, la stabilisation de la formulation du théorème d'Elkan et de sa démonstration contribuait également, en rendant possible des formes d'accord à géométrie variable, à l'essoufflement des débats. Après que la revue *IEEE Expert* ait consacré, en août 1994, un numéro spécial aux réactions suscitées par son théorème, permettant la publication de quelques textes de ténors de la logique floue et de chercheurs en intelligence artificielle classique proches de l'auteur, de nouveaux éléments ne semblaient guère pouvoir être mis en avant.

Si donc ces débats apparaissaient finalement devoir se clôturer, aucun consensus véritable n'en résultait au bout du compte. L'accord qui pouvait sembler s'être formé sur l'énoncé "la validité du théorème d'Elkan" n'était qu'apparent, devant être en fait appréhendé dans la *distribution* de points de vue distincts et souvent antagonistes à laquelle son expression correspondait. Il s'agissait non pas d'un énoncé univoque représentant une sublimation de divergences temporaires, mais bien avant tout d'un *énoncé collectif*⁶⁸ que chaque intervenant s'appropriait sur un mode spécifique, et dont par ailleurs nombre de chercheurs en logique ne connaissaient l'existence. S'il fallait donc parler de « reconnaissance » du théorème d'Elkan et de sa certification par des spécialistes, ce n'est qu'en appréhendant la réalité de cette distribution de représentations en partie fédérées, et de la raréfaction des points de vue exprimés publiquement.

Ainsi, la formation et l'évolution générale des représentations du théorème d'Elkan, tout comme la réduction d'un magma de points de vue exprimés publiquement à un petit ensemble d'interventions dans des revues, n'étaient pas simplement une affaire de formulation *d'arguments* univoques plus ou moins convaincants. D'autres éléments jouaient un rôle déterminant dans cette dynamique, notamment la capacité de certains acteurs, selon les cas, à se coordonner, à se concerter, à se coopter, à gérer matériellement la visibilité de leurs textes, à faire preuve de mobilité en produisant des discours évolutifs, différenciés et polysémiques, ou encore à accompagner leurs démonstrations en les reformulant autant que nécessaire. De telles compétences constituaient autant d'opérateurs de stabilisation des débats, indispensables à la constitution de « l'évidence » partagée d'un énoncé doté de façon durable⁶⁹ de significations multiples : « la validité d'un théorème » en tant qu'énoncé collectif.

La logique comme champ d'investigations sociologiques.

Au cours de cette analyse, nous avons vu comment la « reconnaissance » d'un théorème de logique tenait à la réunion d'une multitude de conditions et au franchissement d'un ensemble d'épreuves *irréductibles* les unes aux autres. Si le fait d'avoir *effectivement* suivi empiriquement les étapes de l'émergence d'un énoncé de ce type constitue en tant que tel un premier résultat

la nature de la programmation supposée. Voir notamment le portrait du triple corps du mathématicien esquissé dans B. Rotman [1993], op. cit. Nous sommes ici bien plus proches des objets des analyses de Marcel Proust, dont les personnages jouent sur les moindres médiations matérielles de leurs interventions pour formuler des messages différenciés à leur entourage. L'auteur montre très bien l'échec courant de ces tentatives, compte tenu des fortes différences individuelles d'appréhension des signes qui peuvent sembler les plus porteurs d'une interprétation unique. Voir par exemple M. Proust, *A la recherche du temps perdu. La Prisonnière*, Paris, Gallimard, 1989, pp. 258-259.

⁶⁸ Pour reprendre une expression d'Alain Boureau. Voir A. Boureau, "Propositions pour une histoire restreinte des mentalités", *Annales. ESC*, 6, novembre décembre 1989, pp. 1491-1504 ; A. Boureau, "L'adage *Vox Populi, Vox Dei* et l'invention de la nation anglaise (VIII^e-XII^e siècle)", *Annales. ESC*, 4-5, juillet octobre 1992, n°4-5, pp. 1071-1089.

⁶⁹ Comme nous l'avons signalé, la situation n'a, au jour de la rédaction de ce texte et à notre connaissance, guère évolué depuis l'été 1994.

fondamental de cette recherche, la mise en évidence de cette irréductibilité en constitue un second : sur un cas comme celui de la validation du théorème d'Elkan, seul l'examen de bout en bout de la chaîne des diverses médiations mises en jeu permet de saisir à quelle réalité des notions de « reconnaissance », « d'accréditation » et de « certification » de l'énoncé peuvent correspondre.

Il est important de noter que si toutes ces médiations sont souvent mises de côté dans des descriptions stylisées, et ne sont pas prises pour objet dans certaines analyses épistémologiques, il ne faudrait pas en déduire que notre démarche relève d'une entreprise de dénonciation. En effet, les chercheurs rencontrés ne les dissimulaient en aucune façon. Elles constituaient même souvent pour eux des objets de débat et de formulations réflexives plus ou moins élaborées et allusives.

Conformément aux résultats de notre étude, nous ne chercherons donc pas, pas plus maintenant qu'auparavant, à *styliser* le cas abordé. Ce faisant, nous aboutissons, comme nous allons immédiatement le souligner, à une description de la formation de représentations sur un théorème de logique qui échappe à toute une série d'approches réductionnistes.

Tout d'abord, cette dynamique ne procède pas simplement d'une production de raisonnements abstraits, de débats d'idées ou encore d'échanges d'arguments oraux. Les représentations du théorème d'Elkan étaient en premier lieu constituées au fil d'interactions de lecteurs avec des *écrits*. Elles étaient en partie déterminées par l'existence d'une économie générale de l'accès aux textes et par la gestion, de la part de certains acteurs, de la visibilité de leur production scripturale. En outre, la mise en avant d'un point de vue était en tant que tel un acte problématique, supposant divers degrés d'investissement selon les cas, ainsi que des conditions qui n'étaient pas toujours réunies pour un acteur donné, à un moment donné.

La validation collective du théorème d'Elkan ne s'opérait pas non plus au travers de l'agrégation de lectures attentives de la démonstration proposée dans son article. Ces lectures étaient souvent rapides et partielles, quand elles n'étaient pas tout simplement inexistantes. Dans le cadre de ce que l'on pourrait qualifier sommairement de marché imparfait de la lecture⁷⁰, les points de vue sur le théorème d'Elkan se formaient en grande partie à l'appui de textes se présentant comme des « substituts » fidèles à la démarche démonstrative de l'auteur, et dans le cadre de représentations en cascade. Ne serait-ce que pour cette raison, la validation du théorème d'Elkan ne pouvait être assimilée schématiquement à l'application systématique de critères universellement partagés d'évaluation d'une preuve. Une telle vision aurait été du reste d'autant plus réductrice, qu'aussi bien la démonstration d'Elkan que ses substituts étaient confrontés à une grande diversité de pratiques de lecture, d'hypothèses de travail et d'options normatives dans l'exercice de la logique, notamment en ce qui concerne la définition de priorités dans la rédaction de démonstrations.

En fait, l'obtention d'un accord simple sur la question de la validité de la démonstration du théorème d'Elkan était d'autant plus difficile à obtenir que les textes n'étaient pas lus sur un mode unique, en dépit du recours à des langages symboliques. Avant même le problème de la validité du théorème, se posait pour les protagonistes la question de sa signification et de sa portée exactes⁷¹, en liaison étroite avec celle portant sur la nature des hypothèses mobilisées. Ces questions étaient loin de faire l'objet d'une réponse unanime. La multiplication des démonstrations et contre-

⁷⁰ compte tenu des ressources limitées des acteurs pour l'exercice de la lecture, notamment en temps, en savoir-faire, et en termes de possibilité d'accès aux textes.

⁷¹ Sur la question du caractère périphérique de la notion de vérité en logique, dans le cadre spécifique de l'établissement d'une théorie de la signification, voir M. Dummett, *Philosophie de la logique*, Paris, Minit, 1991. Voir aussi J. Largeault [1993], op. cit., p. 22.

démonstrations, des versions des articles, des messages différenciés et polysémiques d'Elkan y contribuaient aussi, il est vrai, très largement.

Par ailleurs, la formation de représentations sur le théorème d'Elkan ne relevait pas d'une sommation de démarches strictement individuelles. Elle relevait amplement d'actions collectives, impliquant un important travail de coordination. Elle s'inscrivait dans des luttes opposant de larges coalitions d'acteurs, dont la configuration évoluait en partie en fonction des points de vue affichés au fil des débats. Ce travail de fédération des points de vue et de gestion de leur visibilité par le recours à divers dispositifs constituait du reste un des éléments montrant clairement que l'exercice de la logique ne se réduisait pas simplement à la production de raisonnements, que ce soit sous forme orale ou écrite.

Les participants aux débats ne pouvaient être finalement assimilés à des sujets homogènes, révélés ou formatés uniquement dans un rapport aux textes ou aux idées logiques. Il s'agissait d'authentiques acteurs sociaux, inscrits dans des conflits à long terme et à large échelle, investis dans des activités et des projets parfois concurrents, dotés de ressources et de compétences variables. Bien que notre entrée dans les débats ait été marquée par l'adoption d'une approche processuelle des phénomènes, il est en effet clairement apparu qu'une meilleure appréhension du jeu des acteurs nécessitait une enquête bien plus complète, conduisant en particulier à rejeter toute hypothèse de substituabilité des « sujets ».

Un autre point marquant de cette étude est certainement d'avoir révélé une absence de signes, notamment institutionnels, qui puissent être clairement interprétés par les acteurs ou par l'analyste comme des garanties d'une validation incontestée du théorème. En particulier, diverses significations pouvaient être associées à sa publication, qui représentait le franchissement d'un certain nombre d'épreuves, particulièrement opaques pour qui ne connaissait pas les modalités exactes de sélection des textes.

Cependant, même un accord apparent sur l'énoncé « la validité du théorème » n'était pas simple à interpréter. Sur le cas étudié, nous avons vu qu'il pouvait correspondre à des représentations très différentes de la signification et de la portée du théorème. Il tenait notamment à l'émergence d'un énoncé collectif, approprié sur les modes les plus divers. Un tel résultat montre à quel point il aurait été réducteur de poser *a priori* le problème de la validation du théorème en termes de rejet ou d'acceptation univoques, et de penser que l'utilisation de langages symboliques était un remède absolu dans la lutte contre toute ambiguïté.

De plus, dans la mesure où cet accord apparent tenait aussi en partie au fait que quelques intervenants parvenaient au bout du compte à garder la parole, alors qu'un grand nombre n'y parvenait pas, nous voyons que l'évolution des représentations affichées du théorème d'Elkan ne s'opérait pas simplement sur le mode de la conviction. Rappelons en effet que ceux qui disparaissaient des débats n'avaient pas pour autant été convaincus par les points de vue raréfiés émergents, et n'avaient pas été amenés à renoncer à camper sur des approches normatives antagonistes de la logique, quand tel était précédemment le cas.

Les travaux menés en sociologie des sciences, présentant souvent l'émergence de faits scientifiques au travers de victoires totales d'un camp sur un autre, ne nous ont guère habitué à des accords sur des énoncés fondés sur des divergences de points de vue et qui ne fassent pas au bout du compte l'objet de consensus aussi larges que simples de nature. Pourtant, les enquêtes que nous avons menées sur d'autres dynamiques de production de connaissances certifiées en logique laissent à penser que le cas ici étudié constitue un bon observatoire de situations tout à fait courantes : au

prix d'analyses très détaillées, nous nous sommes aperçu que les accords apparents formés sur d'autres énoncés relevaient eux ici de malentendus relatifs, de points de vue plus ou moins exprimés et visibles, même si le nombre de spécialistes et les différentiels de représentations mis en jeu étaient souvent bien plus réduits.

Finalement, nous parvenons à une représentation du processus de validation d'un théorème qui a la particularité d'échapper au relativisme social. En effet, même si une analyse très fine du détail des démonstrations aurait été nécessaire pour montrer bien plus nettement le caractère réducteur de ce type d'approche, nous avons néanmoins pu noter que la formation de points de vue sur le théorème d'Elkan n'était pas simplement relative à l'existence de structures sociales fixes (et par suite à la formulation d'arguments d'autorité), mais qu'au contraire la production de nouveaux énoncés était à même de transformer les coalitions d'acteurs ⁷².

Pour autant, nous n'avons pas été contraint d'adopter une position idéaliste sommaire, consistant à mettre en avant la vérité (ou la fausseté) idéale « du » théorème d'Elkan, et à faire l'hypothèse qu'elle suffit en pratique à expliquer « sa reconnaissance » (ou « son rejet »). En fait, il était non seulement possible de ne pas emprunter une telle approche, mais c'est cette démarche qui nous a permis de mettre au jour le caractère erroné d'une telle hypothèse sur le cas étudié, et la réalité complexe à laquelle les termes précédents (placés entre guillemets) pouvaient correspondre.

Un vaste champ d'investigations empiriques sur le travail des logiciens et des mathématiciens est donc ouvert. Bien que les cités au sein desquelles ces derniers évoluent soient solidement retranchées derrière les hermétismes, les mécanismes probatoires complexes et les tours de main de leurs acteurs, nous avons vu qu'il était malgré tout possible d'apporter quelques premiers éléments de réponse à l'interrogation des modalités concrètes de la validation des énoncés en logique, et de construire un certain nombre d'outils (notamment cognitifs) pour poursuivre l'enquête. Maintenant que la page de trop longues discussions de principe est tournée, on ne peut qu'espérer que les sciences sociales seront promptes à explorer et analyser plus avant le fonctionnement de ces cités oubliées ⁷³.

⁷² Ce résultat ne surprendra pas les lecteurs de Jack Goody, qui a bien montré comment la mise en place de dispositifs scripturaux pouvait avoir pour conséquence la transformation des relations sociales de ceux qui mettent ou sont mis en écrit. Voir J. Goody, *La raison graphique*, Paris, Editions de Minuit, 1979.

⁷³ L'auteur tient à remercier tout particulièrement Yves Gingras, Michel Lallement et Charles Soulié pour leurs critiques et leurs commentaires formulés sur une version antérieure de cet article.