



Mathématiques et sciences humaines

Mathematics and social sciences

200 | Hiver 2012

Hommage à Marc Barbut

La mathématique et l'École

Mathematical activities at the "École des Hautes Études en Sciences Sociales"

Pierre Rosenstiehl



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/msh/12383>

DOI : 10.4000/msh.12383

ISSN : 1950-6821

Éditeur

Centre d'analyse et de mathématique sociales de l'EHESS

Édition imprimée

Date de publication : 13 décembre 2012

Pagination : p. 93-104

ISBN : 0987 6936

ISSN : 0987-6936

Référence électronique

Pierre Rosenstiehl, « La mathématique et l'École », *Mathématiques et sciences humaines* [En ligne], 200 | Hiver 2012, mis en ligne le 13 décembre 2012, consulté le 23 juillet 2020. URL : <http://journals.openedition.org/msh/12383> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/msh.12383>

LA MATHÉMATIQUE ET L'ÉCOLE¹

Pierre ROSENSTIEHL²

1. QUELLE ACTIVITÉ MATHÉMATICIENNE ?

Existe-t-il une activité mathématicienne spécifique à l'École ? De quel style ? Quels furent sur quarante ans les tentatives, les résultats, mais aussi les déconvenues ? Jacques Revel demande un portrait vrai, sans euphorie, de la genèse du Groupe devenu Centre ; et Nathan Wachtel s'enquiert des mouvements de la discipline vers les sciences sociales, au départ et maintenant³.

Pour essayer de rendre compte de tout cela, il faudra adopter divers points de vue.

Tout d'abord, expliquer la tournure d'esprit choisie dès l'origine par le Groupe, à savoir que les mathématiciens se placent rarement là où on les attend, mais plutôt à côté, jouant plus un rôle d'agitateurs dans le travail interdisciplinaire, que celui de supercomptables. Puis recenser quelques accroches réussies entre pratiques sociales et théories mathématiques. Évoquer ensuite ce que furent les temps forts de la dissémination de ces idées abstraites réputées rébarbatives. Enfin observer comment, avec le temps, se sont densifiées les expériences de recherches, les recherches pointues comme l'on dit.

On pourra alors prendre un peu de recul : quelle permanence, quelle évolution ? Mais on ne saura pas pour autant, si, aussi novateurs que nous ayons pu l'être parmi nos contemporains, nous n'avons pas été tout bonnement pris par les modes ou l'air du temps, c'est-à-dire ballottés, avec notre langue abstraite et notre style de questionnement autonome et confortable, par des courants sociaux d'une tout autre nature et qui nous dépassent.

2. L'ÉCLAIRAGE À CÔTÉ

La légende dit que Georges-Th. Guilbaud et Benoît Mandelbrot se seraient raconté l'un à l'autre la même histoire :

¹ Ce texte fut initialement publié dans l'ouvrage collectif dirigé par Jacques Revel et Nathan Wachtel, *Une école pour les sciences sociales. De la VI^e section à l'École des Hautes Études en Sciences Sociales*, Paris, Éditions de l'EHESS et Éditions du CERF, 1996, p. 167-184. Nous remercions l'auteur et les éditeurs de nous en avoir gracieusement autorisé la republication.

² Centre d'analyse et de mathématiques sociales, École des hautes études en sciences sociales (EHESS), 190, avenue de France 75244 Paris cedex 13, pr@ehess.fr

³ Cette rédaction, inspirée par des propos recueillis au cours d'un entretien avec Georges-Th. Guilbaud, Marc Barbut, Jacques Revel et Nathan Wachtel, n'engage que son auteur.

Braudel me mettait sous le nez des séries : crues du Nil, variations du cours du blé, taux de change, etc... et me demandait, sans autre forme de procès, si je pouvais, avec cela, fabriquer quelque chose à l'aide de mes instruments puissants. Bien entendu, rien n'en est sorti, puisqu'il n'y avait pas de question !

Et tous deux, de sourire des collègues qui font la mathématique garante de toutes les séries numériques. En fait, Guilbaud fréquente le séminaire de Fernand Braudel, mais il répond à ses questions calculatoires un peu à côté, voulant d'abord s'enquérir des hypothèses de l'historien, voulant comprendre les démarches et non les chiffres. Rien de pathologique dans cet *éclairage à côté*, tournure d'esprit propice depuis des temps reculés à la construction d'une science où tout s'empile, où rien n'est jamais vraiment oublié, même si l'on y déménage souvent les meubles. C'est à traquer les processus de l'esprit que l'on parvient à définir les objets à traiter.

Lucien Febvre le sait, lorsqu'au printemps 1956 il reçoit Georges Guilbaud après son élection à l'École : « Qu'est-ce que vous voulez faire ? ». Invite sans consigne. Guilbaud répond : « De la mathématique sociale, à la Condorcet ». Il propose de prolonger les efforts incompris du Secrétaire de l'Académie, pour ce qui est des relations entre la mathématique et la vie sociale. Et pour affirmer ce patronage, il affiche sur sa porte *Centre Condorcet*⁴. Mais tout cela sans vraiment convaincre car, à l'époque, l'image du révolutionnaire que fut Condorcet cache encore sa mathématique. *Mathématique Sociale* agace un peu par son ambiguïté. C'est trop court ! Braudel préfère *Groupe de Mathématique Sociale et de Statistique*, qui deviendra plus tard *Centre d'Analyse et de Mathématique Sociales*.

Le titre bref, dans la filiation de Condorcet, Cournot, Pareto, von Neumann et quelques autres, signifie en clair : pour qui veut réfléchir aux phénomènes sociaux et manipuler des concepts globaux et intégrateurs, un apprentissage mathématique, bien conseillé, vaut la peine intellectuelle. Puis aussi une incidente, la mathématique est elle-même un phénomène historique et social à observer. L'ouvrier de la mathématique a toujours intérêt à situer ses propres pratiques dans la longue durée de sa discipline. La mathématique n'est pas seulement instrument, elle a une vie autonome, une histoire, histoire très longue et très différente de celle de toutes les autres disciplines. Il n'y a pas un autre exemple de science où nous ayons un tel contact direct avec la pensée des hommes d'il y a vingt-cinq siècles ; car ce que nous pouvons lire de leurs écrits reste pour nous, aujourd'hui, frais et générateur d'idées nouvelles. On comprend que le mathématicien s'enferme d'abord dans sa discipline, dont il a une perception relativement stable à travers le temps, alors qu'il s'interroge à juste titre sur la consistance des sciences sociales. Existent-elles vraiment ? Il existe certes des analyses sociales mettant en jeu des concepts plus ou moins abstraits et des raisonnements, mais ces raisonnements sont-ils constitutifs d'une sciences ?

L'essentiel était de ne pas se laisser enfermer : faire des mathématiques, inviter les autres à en faire et non à en apprendre, et cela dans de multiples contextes où l'on raisonne et pour de multiples causes. En 1958, un petit groupe⁵ s'installe au 17 de la rue Richer, entre les Folies Bergères et les restaurants polonais, à l'étage noble de l'hôtel des Maréchaux d'Empire que gère une maîtresse femme, patronne à la retraite de

⁴ Appellation officialisée en 1960 par une convention entre Georges Guilbaud, représentant la VI^e section, Roger Daval, représentant l'Institut des Sciences Humaines Appliquées de l'Université de Bordeaux et Georges Darmois pour l'Institut de Statistique de l'Université de Paris.

⁵ Georges Guilbaud, Roger Daval, Marc Barbut, Pierre Guilbaud, Micheline Petruszewycz avaient un petit laboratoire dans un autre local de la rue Chauchat depuis 1956.

l'industrie du jersey, qui nous prête ses meubles anciens et nous menace au cours de sa visite annuelle d'augmenter les loyers.

Dès le départ, Claude Lévi-Strauss et Charles Morazé parrainent l'opération. Les liens intellectuels de nature mathématique ce sont à l'origine, la prévision économique et la comptabilité nationale du Ministère des Finances, plus précisément du Centre d'Études des Programmes Économiques fondé par Claude Gruson ; c'est également la statistique inférentielle de Georges Darmois à l'Institut de Statistique de Paris, l'économétrie d'Edmond Malinvaud, et enfin la recherche opérationnelle chez Shell, à l'EDF avec Marcel Boiteux, puis à GDF et à la SNCF avec Jean Mothes, enfin à la Société d'Économie et de Mathématiques Appliquées avec Patrice Berthier et Bernard Roy.

Il ne fallait pas que le *Centre Condorcet* fût un centre d'économie, moins encore un centre de calcul ou d'informatique. Pour être en intelligence avec les pratiques, ou plutôt avec les raisonnements sur les pratiques, il valait mieux rester fondamentaliste. Un nouveau terme a cours dès 1960 : « praxéologie mathématique », dans le courant des discours sur la rationalité des actions humaines, on se devait d'assumer la parole mathématique. La théorie des jeux de stratégie de von Neumann, en tout premier lieu, est devenue reine pour l'analyse de l'adversité ; elle ne nous dit pas comment un joueur doit jouer, mais comment il peut raisonner simultanément sur ses choix et ceux de ses adversaires ou compétiteurs : Pierre Massé et Georges Guilbaud théorisent les concepts de partage, d'optimisation et d'équilibre qui préoccupent les économistes d'entreprises, lecteurs d'Oscar Morgenstern. Sur le thème non plus de l'adversité mais de l'incertitude, la probabilité subjective précisément, une collaboration s'ouvre sur les fondements mathématiques de la *Décision*⁶, avec l'algébriste Marcel-Paul Schützenberger et le probabiliste subjectiviste italien Bruno de Finetti.

Pour aller de l'avant dans ces champs nouveaux de la praxéologie, il fallait éclairer l'édifice mathématique en dehors des zones reconnues par les programmes scolaires : parfois des formes algébriques les plus simples, la combinatoire, les ordres partiels, les réseaux, toutes choses non enseignées chez nous et pratiquées cependant déjà, loin à l'Ouest et loin à l'Est. Avec Guilbaud on accède à la cathédrale mathématique par des portes dérobées, sans préalables, à partir d'un problème concret : la mathématique toujours recommencée.

Dans les années 1960, de nouveaux collaborateurs acquièrent un statut⁷. Viennent se juxtaposer à nous, rue Richer, les tenants de la psychologie génétique, François Bresson et Pierre Gréco, avec lesquels on échange des problèmes sur les structures de l'apprentissage chez l'enfant tels que les pose le laboratoire de Piaget à Genève. Bernard Jaulin et son Centre de Calcul de la Fondation Maison des Sciences de l'Homme nous sont proches, par exemple à l'occasion d'une étude sur les sonneurs de cloches d'Outre-Manche qui font de la théorie des groupes spontanée depuis des siècles, ou à propos des inventions sur les nœuds borroméens de Pierre Soury, dont Jacques Lacan fait grande consommation. Le dialogue s'ouvre tout à fait en profondeur avec les historiens des sciences, Pierre Costabel, Jean Itard, René Taton et Ernest Coumet. Avec

⁶ Deux ouvrages collectifs : *La Décision*, Colloques international du CNRS, 25-30 mai 1960, Paris, éditions du CNRS, 1961 ; *La Décision. Agrégation et dynamique des ordres de préférence*, colloque international du CNRS, 3-7 juillet 1967, Paris, éditions du CNRS, 1969.

⁷ Les collaborateurs sont d'abord associés puis nommés à l'École : Pierre Rosenstiehl (1960), Josette Brançon (1962), Jacques Bentz (de 1963 à 1967), Bernard Monjardet (1963), Charlotte Carcassonne† (1964), Bruno Leclerc (1967), Jean-Yves Prévot† (1967), Claude Barbut (1968).

les autres historiens, quelques liens⁸. Mais, en gros, à l'École même : toujours peu de demandes, pas assez de relation.

En revanche les échanges se font de plus en plus intense à côté de l'École. On s'allie notamment avec l'Institut de Psychologie⁹ et avec le Centre d'Etudes Sociologiques¹⁰ et le Bureau Universitaire de Recherche Opérationnelle de l'Université de Paris¹¹.

De tous ces contacts émerge le séminaire de l'Ecole dénommé *Modèle mathématique dans les sciences humaines*¹². Des groupes de travail s'installent avec les ingénieurs économistes et chercheurs opérationnels¹³, en quête de méthodes d'optimisation, avec les militaires en quête de théories stratégiques à l'américaine, avec les logiciens dont Dominique Dubarle (O.P.) qui s'attaquent à la praxéologie, avec les musiciens enfin, dont Yannis Xenakis¹⁴ pour la musique stochastique.

En 1970, il faudra quitter la rue Richer¹⁵ et rejoindre la grande chartreuse du 54 boulevard Raspail, dont les cellules ne facilitent guère la vie communautaire. Et coup dur pour Guilbaud : les activités audiovisuelles, le cinéma, dont il sera question plus loin, ne suivront pas car, pour ce qui est des locaux, on a tranché en faveur des parkings. Pour diffuser nos idées il faudra, dans ce cas aussi, aller plus loin, *éclairer à côté*.

3. ACCROCHES AUX SCIENCES SOCIALES OU AUTONOMISATION ?

La Mathématique Sociale, telle qu'elle fut pratiquée, a-t-elle réussi un vrai dialogue ? N'entendons pas par là des applications, comme l'on dit souvent, car il est naïf de penser que des modèles préexistants, en prêt-à-porter, pourraient être plaqués sur des démarches particulières, donc originales, de l'activité sociale. Nous entendons bien sûr un dialogue où deux parties s'inspirent réciproquement et échangent leurs codes et leurs implications. Ou bien était-ce tout au contraire un monologue ? Le social n'aurait-il été qu'un prétexte, fort généreux en métaphores et en problématiques, permettant aux mathématiciens de s'autonomiser en cultivant de nouvelles terres vierges des mathématiques ? Les deux attitudes en fait se sont développées de façon concomitante. Venons-en donc à quelques points de rencontre de la mathématique et du social.

Un cas de dialogue réussi sur les structures de parenté, comme il en fut entre André Weil et Claude Lévi-Strauss, est le dialogue entre Georges Guilbaud et

⁸ Des historiens dont Robert Mandrou mettent Marc Barbut à contribution sur Machiavel (*Annales ESC*, 1970). Charles Morazé attire Jean Petitot à l'École.

⁹ Paul Fraisse, Claude Flament et Henri Rouanet.

¹⁰ Joffre Dumazedier, Jean Stoetzel, Jacques Maître, François Isambert.

¹¹ Le BURO : Jean Bouzitat, Marc Barbut, Maurice Girault, Germain Kreweras, Georges Morlat et Édouard Valette, autour de Georges Guilbaud.

¹² Six fascicules sont distribués par le Centre de 1960 à 1962 sur les séances du séminaire *Modèles mathématiques dans les sciences humaines*.

¹³ Georges-Th. Guilbaud est élu président de la Société Française de Recherches Opérationnelles l'année de sa création.

¹⁴ L'Équipe Mathématique et Musique (EMAMU) fonctionne de 1966 à 1972.

¹⁵ Dans les années 1970 nous rejoignent Christiane Boghossian (1970), Josiane Leconte (1971), Hélène Geroyannis (1971), Jean Petitot (1971), Marie-Ange Schiltz (1972), Denis Bresson† (1975), Catherine Guéraud (1977), Hubert de Fraysseix (1977), Jean-Paul Gilg (entré à l'École en 1969, il rejoint le Centre en 1980).

À partir de 1981, Marc Barbut est directeur du Centre d'Analyse et de Mathématique Sociales devenu l'Unité Mixte de Recherche EHESS/CNRS n° 17.

John Manou par l'intermédiaire de l'ethnologue Jean Guiart, tous trois s'efforçant de décrire une pensée sauvage. L'indigène des Nouvelles-Hébrides, John Manou, a énoncé à l'ethnologue des mots divers (fils, père, oncle, ...) par lesquels il désigne sa parenté dans le dialecte de l'île d'Ambrym. Il s'explique en citant une centaine de parents identifiés entre lesquels se révèlent vite des ambiguïtés de vocabulaire. Le mathématicien a l'idée de rompre avec les habitudes des diagrammes généalogiques, et représente les individus non par des points mais par des traits, et les unions par des points de convergence de deux traits d'où partent les traits-enfants. Apparaît alors un diagramme propre à ce dialecte pour décrire les mots de la parenté : la structure du groupe diédral, objet familier de notre univers mathématique. Le diagramme tracé par Georges Guilbaud est communiqué à John Manou qui y reconnaît le dessin même par lequel les anciens de sa tribu initient les jeunes aux règles de parenté.

Plus tard, en collaboration avec Michel Perrin du Laboratoire d'Anthropologie Sociale, Jean Petitot traite la formule canonique du mythe de Lévi-Strauss, comme une sorte d'équation fondamentale dont de nombreux mythes peuvent être solution.

Un autre point d'accroche : l'analyse des scrutins. Nous dépouillons un scrutin dans lequel chaque vote est un ordre de préférence sur des projets proposés. Dans ce genre de vote, ne sont en définitive retenus que les premiers préférés du corps électoral. Pour une paire de projet on peut lire dans chaque vote dans quel sens va la préférence. Il apparaît vite que la majorité considérée paire par paire n'est pas cohérente, elle est souvent non transitive : c'est ce que Georges Guilbaud appelle l'*effet Condorcet* et qu'il relie aux problèmes généraux des valeurs centrales de la statistique, au théorème de cohérence des principes du choix d'Arrow, et au concept d'homme moyen de Quetelet. Pour sortir du paradoxe, nous définissons une algèbre de treillis sur un polyèdre, que nous baptisons *permutoèdre*, dont les sommets représentent tous les votes possibles. Un espace de compromis s'en déduit : on peut rechercher sur ce polyèdre une décision collective qui sera une médiane généralisée. C'est le point de départ, pour plusieurs d'entre nous, de multiples travaux sur le lien entre médiane et métrique dans les treillis, sur la relation d'intermédiaire et sur le consensus en général. Le permutoèdre devient un objet classique des mathématiques et fait carrière dans la communauté académique internationale : on lui donne des extensions dans les groupes finis de Coxeter.

Un coup fort réussi avec le logicien aixois Louis Frey : une approche originale de la filiation des Évangiles. Une étude systématique des permutations des versets, reposant sur le permutoèdre, confirme l'hypothèse de la théorie dite de « la documentation multiple » parmi les hypothèses en cours chez les exégètes.

Dans le domaine de la numismatique, Charlotte Carcassonne, en collaboration avec notre collègue historien Julien Guey, analyse, avec l'outil probabiliste, les règles empiriques énoncées depuis le Moyen Âge pour la taille des monnaies. Un exemple est celui du monnayeur qui doit fabriquer en principe, à partir d'un marc d'or, 54 *flans* destinés à être frappés en deniers. Or une tolérance sur le poids de chaque flan est accordée par le roi afin que le monnayeur rentre dans ses frais ; tolérance appelée *le remède*. Le monnayeur doit alors « chatouiller au mieux le remède ». Quant au contrôle du roi, il consiste à identifier dans un lot les douze deniers les plus lourds et les douze deniers les plus légers, et à vérifier qu'ils se situent dans un intervalle officiellement admis. Suit un calcul probabiliste qui montre le degré de validité de certaines pratiques. Ce travail s'inscrit dans l'ensemble des réflexions sur « l'à-peu-près » conduites par

Georges Guilbaud et qui donnent lieu à deux ouvrages¹⁶ et à un colloque à Urbino monté avec Pierre Gréco et Umberto Eco, où l'exposé du « remède » reste l'un des meilleurs moments. La statistique numismatique tente des inférences sur la base d'un échantillon imposé : le trésor archéologique. Cette situation d'échantillonnage impossible se retrouve avec les mêmes difficultés conceptuelles dans les travaux de Marie-Ange Schiltz sur les pratiques de la prévention contre le Sida dans un réseau social donné.

L'objet labyrinthe est un thème transdisciplinaire par excellence, fort chargé de concepts. Au cours des années 1970, dans la communauté académique internationale, se développe l'analyse des algorithmes non numériques, c'est-à-dire la manipulation organisée d'objets autres que des nombres, en vue d'aboutir à un résultat, telles une configuration optimale, la découpe d'une tôle avec moindres chutes, la marche d'un cheval couvrant l'échiquier. Explorer le labyrinthe, à l'instar de Thésée avec le fil, constitue le premier algorithme de l'Histoire, dans le non-numérique s'entend. L'idée de retour sur ses pas – enrôler le fil quand cela est nécessaire – définit une famille de séquences structurées de parcours élémentaires de couloirs, une fois dans un sens, une fois dans l'autre, qui simulent toutes les progressions myopes possibles à travers le labyrinthe. Le fil d'Ariane s'avère une théorie de degré zéro de la *complexité combinatoire*. Le sujet vient à préoccuper ceux qui s'intéressent à l'heuristique, aux processus d'exploration, de l'écrivain en particulier. Roland Barthes qui va donner un cours au Collège sur Proust et *La Recherche* m'invite à partager le séminaire annuel sur le thème du labyrinthe : Gilles Deleuze, Octave Mannoni, Jean-Louis Bouttes y développent, chacun dans sa langue, les mouvements de son heuristique personnelle. Les historiens nous proposent alors de comparer le labyrinthe de Chartres à d'autres labyrinthes semblables. Chartres est un fil avec des replis, qui simule l'exploration dans un dédale, et dont les circonvolutions constituent une configuration complexe, presque régulière, difficile à reproduire, et cependant colportée au Moyen Âge, identique à elle-même à travers l'Europe : on en connaissait vingt-neuf occurrences. Mais de l'époque, aucun écrit sur le sujet, nous disent les historiens. Or il apparaît qu'il s'agit là d'une configuration universelle stable, sans variante, parce que caractérisée par des règles, donc pouvant être retrouvée par des compagnons itinérants. Et à Volterra, au revers d'un lutrin, nous devinons une trentième occurrence de l'objet, hommage à Dédale. Nous organisons alors avec Daniel Arasse, Paolo Fabbri et Louis Marin le colloque international de la ville de sienne : *la Cifra e l'Immagine*.

La mathématique reprend le dessus : en termes d'algorithmes labyrinthiques, Hubert de Fraysseix et nos étudiants inventent des algorithmes pour maîtriser une carte réticulaire, fabriquer des schémas, les mettre à plat, les déformer sur ordinateur pour satisfaire les propriétés ergonomiques que demandent certains métier tels les concepteurs de systèmes complexes, les installateurs de circuits ou les chefs de chantiers qui contrôlent les plannings. Nous développons ainsi, en collaboration avec Robert Tarjan du Bell Laboratory du New Jersey, un mode nouveau de cartographie schématique de haute performance, qu'il n'est pas faux de situer dans la lignée de la *graphique* de Jacques Bertin et de ses cartes ingénieuses. Nos logiciels¹⁷ commencent à fonctionner en usines.

¹⁶ G.-Th. Guilbaud, *Leçons d'à-peu-près*, Paris, C. Bourgois, 1985 ; *L'à-peu-près. Aspects anciens et modernes de l'approximation*, travaux dirigés par le Centre d'Analyse et de Mathématiques Sociales, Paris, éditions de l'EHESS, 1988.

¹⁷ Thèses EHESS de taxiplanie : Marc Bousset, Pascale Kuntz, Xavier Jeannin, Jean-Louis Jardrin.

Un autre développement du labyrinthe consiste à représenter la marche myope par un réseau d'automates. On établit ainsi, sur les conseils de Marcel-Paul Schützenberger toujours en affinité avec notre Centre, les théorèmes de propriétés globales atteintes par calculs locaux finis, acentrés, sur des structures étendues aussi grandes que l'on veut. Nous développons avec Jean Petitot les concepts abstraits de l'*acentrisme*. Gilles Deleuze et Félix Guattari en font « Rhizomes ». Et dans un genre plus technique, nos travaux avec Jean Berstel sur les réseaux acentrés d'automates finis se prolongent au Canada dans la fabrication de systèmes électroniques répartis, et en France dans l'étude systématique de réseaux neuronaux pour représenter des phénomènes cognitifs.

L'arrivée de Hervé Le Bras à la tête du laboratoire de Démographie Historique de l'École en 1990 ouvre de nouveaux champs de recherche mathématique autour des morphologies et des textures : il s'agit de modéliser des configurations locales, soit de réseaux de sociabilité et de parenté, soit du peuplement humain. Avec l'aide du physicien russe Andreï Mogoutov, Maurizio Gribaudo traduit les objets de la nouvelle histoire en graphes de relations qui, par leurs particularités et leurs complémentarités, à l'image des molécules organiques, se combinent pour engendrer une société d'un seul tenant. Hervé Le Bras montre empiriquement que la répartition locale de la population, modélisée par des lois de Pareto avec un exposant variant selon le lieu, obéit à une loi multifractale. Des paradoxes sur la ségrégation spatiale, sur la dispersion de la population et sur les régularités « rang-taille » trouvent ainsi un nouveau cadre d'explication. Les illustrations publiées, aux couleurs vives qui font plus penser à la peinture abstraite qu'à la mathématique, figurent dans l'espace informatique du musée des Sciences de la Villette pour illustrer la modélisation en sciences sociales.

Quand le Centre avec Hubert de Fraysseix et Patrice Ossona de Mendez investit dans l'informatique graphique, nos expériences sur les transferts d'images entre les espaces de couleurs concourent à la recherche de la haute fidélité colorimétrique, et nous valent des contacts avec les historiens d'art, les graphistes et les analystes de reconnaissance des formes.

Un dialogue intime, s'il en est, entre l'informatique et la géographie ou l'aménagement du territoire, est conduit par le groupe de Jean-Paul Gilg qui traite les données de la télédétection¹⁸. Il définit les bonnes questions de terrain que l'on peut poser à la photographie et compare divers algorithmes ou logiciels pour y apporter une réponse automatisée : ce sont des expériences de morphologie mathématique à travers le territoire, certes pleines d'embûches, mais gratifiantes.

Une autre interaction particulièrement réussie est celle des modèles morphodynamiques issus de la théorie des catastrophes, d'abord avec la linguistique puis avec les sciences cognitives. La difficulté majeure, bien dégagée par les débats des années 1950-1960 entre les structuralistes et les historiens, est de concilier les descriptions statiques avec leur genèse et leur histoire. À la suite de René Thom, Jean Petitot¹⁹ montre comment on peut introduire des *dynamiques* génératrices de structures dans le champ des sciences humaines. Avec ses modèles morphodynamiques il explique, par exemple, le phénomène de la perception catégorielle en phonétique.

¹⁸ Le Laboratoire de téléanalyse : Espace et Société (LATES), créé en 1981 : Jean-Paul Gilg†, directeur, Anne Chatelain, Hélène Geroyannis, Danièle Larcela, Marie-Claude Lortic†, Sylvie Soukup†.

¹⁹ Jean Petitot est élu en 1986 vice-président de l'International Association for Semiotic Studies.

4. LES TEMPS FORTS DE LA DISSÉMINATION

On peut se demander pourquoi des chercheurs attachés à la tradition historique des mathématiques ont déployé une activité aussi intense en vue de promouvoir des idées dont ils n'étaient pas les seuls auteurs, et qui sans eux auraient de toute façon été diffusées. Georges Guilbaud avait une idée (j'oserais dire une idée fixe) : il fallait casser la théologie mathématique de l'École Polytechnique qui avait figé le bagage de l'ingénieur-chercheur français en le cantonnant dans un domaine restreint de l'univers mathématique – le bagage étant la boîte à outils du mécanicien et de l'astrophysicien. Rien à propos de la théorie des choix, l'optimisation, les structures finies, et pas de statistique inférentielle. À y regarder de près, personne, pas même l'École Normale, ne faisait mieux. Pire, Jean Dieudonné, pilier des Bourbaki, n'avait pas de mot assez dur pour parler de la combinatoire. Il fallut le temps de sa retraite pour qu'il consente à autoriser l'entrée de la combinatoire au séminaire Bourbaki. En 1980 son émule Jacques Tits nous prêle son concours pour créer chez nous, avec un autre académicien Marcel-Paul Schützenberger, ce qui va devenir, grâce à l'éditeur Academic Press, une revue internationale de mathématique de haut niveau : le *Journal Européen de Combinatoire*²⁰, l'un des rares journaux de mathématiques édités par notre pays, diffusé dans le monde entier.

La toute première création journalistique maison : la revue *Mathématique et Sciences humaines* lancée en 1962, un jour d'inspiration, par Georges Guilbaud et Marc Barbut, à l'issue d'un stage tenu dans les locaux du Laboratoire de Claude Lévi-Strauss au Palais de Chaillot. Devenue depuis 1988, *Mathématiques, Informatique et Sciences humaines*²¹, elle compte aujourd'hui 200 numéros. Elle n'est pas particulièrement lue dans l'École même, et pourtant, contrairement au journal précédent, elle est écrite pour elle et devrait l'être ! Elle vise les praticiens des Sciences humaines et sociales qui s'intéressent à la statistique, aux modèles, à l'informatique et les mathématiciens ou informaticiens spécialistes de ces domaines.

À l'initiative de Bernard Monjardet, le Centre diffuse de 1974 à 1982 un autre bulletin de liaisons universitaires : *L'Echo des Messages*, « bonnes et moins bonnes feuilles d'échanges et d'informations sur les pratiques mathématiques en sciences humaines ». Il revivifie tout dernièrement ces liaisons grâce au Réseau Européen des Mathématiques Discrètes²².

Venons-en à la télévision et au cinéma. Un moment fort de la dissémination des nouvelles mathématiques : les 36 émissions de la Télévision Scolaire, *Les Chantiers Mathématiques*, où nous visons à former les professeurs de lycée aux mathématiques modernes. Suivent 25 émissions *Mathématique pour Tous*²³ où, de 1969 à 1972 Georges Guilbaud tient les foules en haleine, y compris, comme j'en fus témoin, sur les trottoirs devant les vitrines des magasins de télévision. Avec des techniques d'animation, 15 films sont également produits. L'un des plus marquants : Georges Morlat et Marc Barbut effectuent en temps réel des tirages à pile ou face, dont les relevés graphiques révèlent l'idée-force de la loi des grands nombres dans les études du taux de masculinité à la naissance. Plusieurs de ces films reçurent des récompenses dans les festivals de courts métrages.

²⁰ Rédacteurs en chef : M. Deza, M. Las Vergnas, P. Rosenstiehl.

²¹ *Mathématiques, Informatique et Sciences humaines*, directeur Georges-Th. Guilbaud jusqu'en 1981, puis Marc Barbut. Secrétaire de rédaction : Charlotte Carcassonne.

²² Le DIMA.NET de la CEE.

²³ Réalisation des émissions et des films : Pierre Guilbaud, Raoul Rossi, avec la collaboration de Catherine Havas (1964).

À la fin des années 1950, le besoin de praxéologie mathématique se fait sentir fortement dans les facultés de Droit et Sciences économiques. On définit des programmes de mathématiques pour économistes. Je suis associé à une opération semblable avec Louis Armand, Jean Mothes et Dominique Dubarle qui, pris dans le mouvement décisionnel, repensent les programmes d'enseignements des Hautes Études Commerciales et de leurs classes préparatoires. En 1966, la réforme Fouchet met en place des enseignements de mathématique dans les Facultés des Lettres et Sciences humaines. Avec quelques-uns, dont Jean-Louis Piednoir et Michel Schreiber, nous organisons des stages pour enseignants et chercheurs. Notre École se donne le devoir d'essaimer. Dès 1960, Guilbaud au Panthéon-Sciences économiques, à partir de 1966, Barbut à la Sorbonne-Sciences humaines, Guilbaud et moi-même à Nanterre, dans les départements qui allaient mettre le feu aux poudres : chacun brassait ses quatre amphes de deux mille étudiants par semaine. Nous étions comme dépêchés, professeurs associés, certes de plein droit dans les conseils, mais siégeant pour une durée limitée ; un provisoire qui s'est prolongé, car il a fallu contribuer à donner une nouvelle tournure aux enseignements après 1968 ! C'est ainsi que Marc Barbut jouera un rôle fondateur dans la création de la filière pluridisciplinaire *Mathématiques Appliquées aux Sciences Sociales (MASS)* maintenant ancrée dans près de trente universités.

Concurremment, une opération de formation nous rappelle au bercail : l'EPRASS²⁴. C'est un enseignement d'initiation à la recherche, qui se veut élitiste, un enseignement-choc dit Braudel. Pierre Gréco et, pour notre discipline, Marc Barbut, s'y engagent à fond. Plus tard les Diplômes d'Études Approfondies nationaux²⁵ prendront le relais.

En 1960 nous mettons sur pied le *Groupe d'Études Mathématiques des Problèmes Politiques et Stratégiques*²⁶ auquel nous associons Alain Joxe et André Glucksmann. Nous établissons des liaisons passionnantes avec Raymond Aron, Jacques Vernant du Centre de Politique Étrangère, le général Guérin du Comité d'Action Scientifique de la Défense Nationale et le général Beaufré de l'Institut des Études Stratégiques. Aux États-Unis, où abondent les nouveaux concepts sur l'engagement, les repréailles, le marchandage et la maîtrise des grands systèmes, nous entretenons un dialogue rapproché avec Thomas Schelling de l'Université de Harvard, Hermann Kahn de l'Hudson Institute et Alan Enthoven du Pentagone. Nous visons à mettre à nu les ressorts de l'argumentation américaine sur le monde bipolaire, et les théories paradoxales des deux grands sur le désarmement par notre participation au *mouvement Pugwash*. Les stratégies chinoises et françaises viennent compliquer le jeu : délice des théoriciens, André Glucksmann en particulier qui écrit son *Discours de la guerre*.

Dans l'année 1970, un autre temps fort de la dissémination est la réception, par Roland Barthes et Jacques Le Goff, rue de Varenne, de Giulio Einaudi venu lancer son projet d'Encyclopédie²⁷. Nous sommes largement mis à contribution et principalement

²⁴ L'Enseignement Préparatoire à la Recherche Approfondie en Sciences Sociales, créé en 1966, durera jusqu'en 1970.

²⁵ André Lentin et Marc Barbut mettent sur pied le DEA de Mathématiques et Applications aux Sciences de l'Homme en vue d'attirer des étudiants en thèse. Les effets furent lents mais réussis. Plus tard, nous sommes associés au DEA de Sciences Cognitives dirigé par Michel Imbert et participons à deux autres DEA de Mathématique et d'Algorithmique extérieurs qui nous attirent de jeunes mathématiciens de haut niveau.

²⁶ Le GEMPPS, direction Pierre Rosenstiehl et Alain Joxe, fonctionne de 1960 à 1970. Didier Pfeiffer à sa sortie de l'ENA est affecté au Groupe par la CASDN, pendant son temps de service national, pour l'étude des accords stratégiques internationaux. Juliana Karila, juriste, assure la documentation.

²⁷ Jean Petitot et Pierre Rosenstiehl ont contribué par neuf articles à l'*Enciclopedia Einaudi*.

Jean Petitot responsable de l'organisation des articles mathématiques auprès de Ruggiero Romano. De grandes synthèses s'élaborent, dont on peut regretter qu'aucune tentative de traduction en français ni en anglais n'ait abouti.

Il faut noter, outre une vingtaine d'ouvrages publiés, encore quelques initiatives qui diffusent d'une façon réussie la mathématique sociale.

Tout d'abord, à partir de 1974 et pendant dix ans, un séminaire chantier, typique de ceux de l'École, réunit des chercheurs en lexicologie politique²⁸ et des professeurs de lettres, autour de Georges Guilbaud, remettant en cause les modèles probabilistes en usage en lexicologie : foin de la loi de Laplace-Gauss.

En 1982, des historiens des sciences démarrent un séminaire de longue durée, à la foi savant quant aux sources et souvent pertinent pour les travaux actuels, sur le thème de *l'Histoire du calcul des probabilités et de la statistique* : Marc Barbut, Bernard Bru et Ernest Coumet y rassemblent un public de fidèles de plus en plus nombreux, et en particulier de l'École : quelques collègues du Centre Alexandre Koyré et du Laboratoire de Démographie Historique. Enfin plus récemment, toujours avec l'idée de voir le Centre devenir un forum pour la discussion et la critique des modèles, un autre séminaire Ecole sur *La question de la modélisation*²⁹ rassemble, sous la houlette de Jean Petitot, des chercheurs venus de nombreux horizons et les chercheurs du Centre auxquels s'est joint Hervé Le Bras.

5. LE TEMPS DE LA RECHERCHE

La mathématique sociale n'a pas de réseau propre ni d'associations internationales, or la mathématique, discrète ou autre, pour les plus jeunes en particulier, se vit aujourd'hui en réseaux³⁰. Aussi devons-nous vite promouvoir dans les domaines qui nous importaient, des investissements fondamentaux et leurs publications.

C'est le cas, dans le domaine du calcul des probabilités, avec l'approche probabiliste des lois statistiques de Pareto sur les inégalités des revenus, et de Zipf sur la fréquence des mots dans le corpus d'un écrivain ou d'un orateur. Les développements de Marc Barbut, qui répondent en particulier à des questions posées par des collègues sociologues et historiens, se fondent sur les découvertes de l'analyste Paul Levy et dans l'esprit des travaux de Benoît Mandelbrot. Pour sa part, Micheline Petruszewycz aborde la lexicologie suivant les conseils du grand Markov : étudier la proportion voyelle-consonne qui varie peu, stable mais fluctuante le long d'une œuvre – la poésie de Pouchkine par exemple – en étudiant le processus de la succession des lettres dans la phrase.

Dans le domaine des ordres partiels et des permutations, mes premiers travaux avec Georges Guilbaud sur le permutoèdre et les médianes sont prolongés par des résultats originaux sur les groupes de Coxeter, les structures de treillis et leurs

²⁸ Du Laboratoire de Lexicologie et Textes Politiques : Robert Léon Wagner, Maurice Tournier, Pierre Lafon, Annie Geffroy, André Salem, Majid Sekhraoui.

²⁹ *La question de la modélisation en sciences humaines : mathématiques et informatique*, par Jean Petitot, Marc Barbut, Jean-Pierre Desclés, Georges-Th. Guilbaud, H. Le Bras, P. Rosenstiehl (en collaboration avec la Fondation Maison des Sciences de l'Homme).

³⁰ Mathématiciens reçus comme membres associés à l'École : le Russe Léonid Melnikov, le Hongrois Janos Pach, le Canadien Ronald Read, le Japonais Iroshi Imai, les Américains William Jewell, Richard Pollack et Robert Tarjan. En outre nous recevons chaque année dans nos séminaires une cinquantaine de visiteurs étrangers. Et depuis 1990, grâce à la messagerie académique internationale, le Centre échange des messages électroniques individualisés avec environ un millier de correspondant.

métriques, l'analyse des données ordinales sous la conduite de Bernard Monjardet, Bruno Leclerc et Claude Barbut, en liaison avec André Lentin et Marcel-Paul Schützenberger. La manifestation vivante de ces recherches est aujourd'hui le séminaire collectif *Mathématiques Discrète et Sciences Sociales*³¹.

Dans le domaine de l'informatique fondamentale et la compilation, Jean-Pierre Desclés³² lance des travaux de linguistique computationnelle et des chantiers de traitement du langage.

L'association de Claude Berge au Centre date de deux colloques jumelés, plaisants et à plusieurs points de vue fondateurs, qu'il organise en 1966 dans un hôtel romain : Bernard Jaulin conduit l'un sur le Calcul et la Formalisation dans les Sciences de l'Homme, je conduis l'autre sur la Théorie des Graphes, et nous officions en parallèle et simultanément avec des pauses café communes ! C'est à partir de là, et pour trente ans, que je partage au Centre avec Claude Berge un séminaire de thésards sur les théories des graphes, d'où sont issus de nombreux chercheurs actuels du CNRS³³. Notons plus spécialement les publications dans le domaine des graphes topologiques et des cartes : nous créons avec Hubert de Fraysseix et Patrice Ossona de Mendez³⁴ le réseau international des tracés de graphes et leurs applications géométriques ou cartographiques.

Dans les années 1980, nous nous distinguons par plusieurs preuves et algorithmes qui faisaient l'objet de conjectures internationales, concernant la manipulation de lignes du plan³⁵. L'idée novatrice de l'époque est de traquer une structure d'écriture des objets traités par algorithme de sorte à minimiser le nombre de pas élémentaires du calcul. Le fin du fin est d'obtenir un nombre de pas élémentaires qui soit fonction linéaire de la dimension des données ; si, au contraire, la fonction est exponentielle, le calcul est impraticable. À cet ensemble de recherches constructives de topologie et géométrie discrètes, nous avons donné le nom de Taxiplanie. Nous oeuvrons dans le domaine du tri proportionnel de nombres donnés en vrac par des courbes sécantes du plan, et dans le domaine de la représentation plane d'un graphe planaire ou non planaire, c'est-à-dire dessiné avec des intersection de lignes. Nos résultats nous valent de rentrer dans un groupe de douze centres académiques européens qui, sous l'étiquette « Algorithmes et Complexité » forment un réseau d'innovation sur les algorithmes du projet ESPRIT de la CEE.

Enfin, à l'opposé de l'approche combinatoire, l'approche des catastrophes, des équations différentielles, de la stabilité des systèmes dynamiques et des changements de phases, permettent de modéliser les phénomènes qualitatifs de la génétique. Avec les

³¹ Le séminaire *Mathématiques Discrètes et Sciences Sociales* est organisé par Jean-Pierre Barthélemy, Olivier Hudry, Bruno Leclerc et Bernard Monjardet.

³² L'équipe Langage, Logique, Informatique et Cognition (LALIC), sous la direction de Jean-Pierre Desclés, rejoint le Centre à partir de 1983 : Henri Labesse, Denise Malrieu, Razeq Afzali, Michel Bourdeau, Jean-Luc Minel, Jacques Courcier, Gian Piero Zarri.

³³ Jean-Claude Bermond, Michel Las Vergnas, Jean-Luc Fouquet, Jean-Claude Fournier, François Sterboul, Anne Germa, Michel Chein, Hubert de Fraysseix, Frédéric Maire.

³⁴ Patrice Ossona de Mendez soutient à l'École en 1994 une thèse de topologie combinatoire fort remarquée : *Orientations bipolaires*. Elle s'avère fondatrice pour la cartographie automatique. Elle obtient le prix de thèse de l'École.

³⁵ Plus particulièrement la conjecture de Gauss sur la caractérisation des séquences à doubles occurrences représentables par les intersections d'une courbe du plan avec elle-même (Pierre Rosenstiehl) et le problème de la caractérisation du graphe d'intersection d'une famille de cordes d'un cercle (Hubert de Fraysseix).

mêmes outils, les processus cognitifs sont de plus en plus confrontés à une modélisation quantitative de l'activité neuronale, multiple et légèrement erratique.

6. UN BREF REGARD EN ARRIÈRE

Prenons un peu de recul pour observer cette agitation mathématicienne de quarante années. On peut d'abord saluer le rôle salubre d'une heureuse indépendance d'esprit, bien de mise dans notre École, qui a permis quelques coups d'audace dans des entreprises novatrices, surtout à l'extérieur, où nous avons été parmi les initiateurs.

Puis on constate une évolution dans le temps vers moins de pédagogie et plus de recherche mathématique proprement dite. Plus précisément, à l'étude des modèles simples et robustes, aisément diffusables et dont nous avons prôné l'intelligibilité, succèdent des modèles très diversifiés, techniquement plus élaborés, à support informatique souvent, et prenant en charge la complexité des systèmes auto-organisés. Il est vrai que, dans le monde entier, les techno-sciences dures ouvrent un nouveau front dans le champ des sciences humaines et sociales.

Citons en vrac, pour nous résumer, les thèmes de recherche qui marquent notre époque : les algèbres de la parenté, les polyèdres et les treillis du consensus, les régularités statistiques cachées des inégalités sociales, les comptages lexicaux et l'authenticité des textes, les structures de données appropriées à la complexité combinatoire, la reconnaissance de formes connues dans une image brouillée, la théorie mathématique des morphologies, la cartographie de synthèse et le modèle informatique de l'espace des couleurs. Mais aussi des activités plus sociales : la mathématique pour tous à la télévision, l'installation de l'enseignement des mathématiques dans les facultés de Sciences économiques puis dans les facultés de Lettres et Sciences humaines, l'avènement de la recherche opérationnelle et des études stratégiques, les conquêtes du calcul des probabilités hors du champ de la physique, l'irruption de la mécanique statistique, des équations différentielles et des systèmes dynamiques dans le champ de la cognition, la combinatoire élevée au rang de discipline à part entière dans le panthéon des mathématiques, enfin l'informatique des algorithmes et des structures de calcul, c'est-à-dire du savoir-faire, opposée à celle des marchands qui pratiquent le « clé en main ». Autant de faits marquants qui comptent en ce demi-siècle : l'abstraction et les constructions mathématiques y ont joué leur rôle dans un contexte technologique et social qui les attendait ou les suscitait.

On se demandera alors si les pratiques mathématiciennes n'ont pas été de simples exercices de style, commandités par les courants obscurs mais implacables de l'époque, d'une tout autre nature que celle de nos jeux de l'esprit : l'efficacité obsessionnelle de la praxis, l'automatisation à tout crin, la réduction en codes des processus cognitifs, une maîtrise des systèmes économiques prétendant niveler fluctuations et mutations, la fiction rationalisante du jeu démocratique, la justification de la stratégie des plus forts par eux-mêmes.

À vouloir être contemporains dans des zones à risque, peut-être avons-nous servi les courants dominants. Toutefois nous étions fidèles à la tradition millénaire de notre discipline, son style de questionnement qui nous ramène toujours aux structures des démarches de l'esprit ; à sa sagesse aussi, qui invite, avec un regard sur la longue durée, à ajouter quelques modestes feuillets à un corps de connaissances multiforme et vivant.