ENTRETIEN DE ROSHDI RASHED

avec

Ahmad HASNAWI, Christian HOUZEL et Régis MORELON

Commençons par ta carrière, quelle avait été ta formation en Égypte puis en France ?

En fait la réponse à cette question est très simple ; ma formation s'est faite sur trois niveaux : universitaire classique, extra-universitaire et la formation en science. Pour la formation universitaire classique, j'avais fait un choix après l'école secondaire : malgré une certaine familiarité avec les mathématiques, j'ai quand même décidé de faire de la philosophie, et j'ai donc fait mes études de philosophie à l'université du Caire. En même temps, pour des questions d'exigence personnelle, j'avais acquis une formation classique, en particulier linguistique, avec celui qui était alors le plus grand linguiste en Égypte, Mahmud Shakir. Ma formation extra-universitaire, elle, a reçu des apports de différents types. Dès la deuxième année en philosophie à l'université du Caire, en fait, j'avais senti la nécessité — et le désir — de revenir aux mathématiques et c'est à ce moment-là que j'ai contacté la faculté des sciences à l'université du Caire pour qu'on me permette de commencer des études de mathématiques, ce qui m'a été accordé, mais sans possibilité de passer les examens, parce qu'il était alors interdit d'être inscrit dans deux facultés différentes à la fois. Dès le départ, avant même d'entrer en faculté, je savais que j'allais venir en France, c'était une décision prise lorsque j'avais commencé à faire mes études de philosophie, et d'ailleurs mes camarades et mes professeurs me moquaient un peu là-dessus : d'avoir ainsi à seize ans programmé déjà une formation scientifique, d'avoir décidé de partir après l'examen, et cela quel que soit le résultat. Le choix de Paris était un choix délibéré, étant donné la légende qui entourait Paris comme lieu de liberté, où il n'était pas requis d'adhérer à un système particulier. J'étais en même temps accepté à Oxford, mais j'ai quand même préféré venir ici. Il y avait aussi derrière ce choix une question de tradition : les intellectuels égyptiens, que ce soit en philosophie ou ailleurs, étaient les héritiers d'une longue tradi-

tion de formation en français, ou bien à Paris, ou même au Caire par des professeurs invités tels qu'André Lalande ou Alexandre Koyré.

Deux questions sur la période égyptienne : est-ce que tu peux évoquer rapidement le contexte intellectuel général de l'Égypte de l'époque, c'est-à-dire l'Égypte des années 50 et ensuite est-ce que tu peux expliquer le type de formation en philosophie que tu y as reçue ?

Dans l'Égypte des années 50, il y avait déjà un certain type de tradition intellectuelle, de milieu intellectuel je dirais, assez dynamique et assez actif : un jeune garçon suffisamment ouvert ne pouvait rester indifférent aux courants de pensée qui agitaient le milieu égyptien de l'époque. Il existait aussi de vraies possibilités de formation : si on cherchait des linguistes importants on en trouvait, si on cherchait des scientifiques dotés d'une solide formation, on en trouvait également. C'était donc cette ambiance-là, mais il y avait une situation contradictoire oscillant entre ultra-démocratie et dictature selon les périodes. Cela est vraiment très important pour la formation de la personnalité, surtout celle des jeunes gens de l'époque. Ensuite, c'est le coup d'État militaire. Personnellement, j'étais dans l'opposition dès le départ, pour une raison excessivement simple : je ne croyais pas du tout qu'un coup d'État militaire ait la capacité de transformer une société. Puis il y a eu la nationalisation du canal de Suez, qui a rouvert une certaine perspective, mais moi j'avais déjà quitté les lieux. Dans un tel milieu intellectuel, un étudiant, un jeune homme au Caire pouvait avoir accès à tous les systèmes intellectuels et philosophiques qui agitaient le monde. Il ne fallait donc pas être initié ou particulièrement doué pour accéder à ces choses-là. La formation philosophique est une autre affaire ! Les professeurs n'étaient ni les meilleurs, ni les pires. Il s'agissait d'universitaires qui avaient souvent obtenu leur thèse d'État à la Sorbonne. Ils valaient donc les autres professeurs sans qu'on puisse dire qu'aucun d'entre eux fût un vrai philosophe. Cela dans l'université, car, à l'extérieur de l'université il y en avait. À l'intérieur de l'université c'était donc des professeurs de type classique. Mais il y avait une différence substantielle avec la situation actuelle, c'est que certains étudiants avaient alors une bonne formation secondaire qui leur permettait d'avoir accès au moins à deux langues en plus de l'arabe ; on pouvait travailler à la fois en français et en anglais par exemple, et même parfois en allemand ; ils avaient aussi reçu en plus un enseignement classique qui comportait un minimum de langues anciennes telles que le latin et le grec. Pour l'enseignement scientifique, par exemple pour les mathématiques, c'était un bon enseignement des années 30 à 50, c'est-à-dire antérieur à la réforme ; les mathématiques se réduisaient pour l'essentiel à l'analyse, au calcul différentiel, etc. ; ce n'était pas les mathématiques qui allaient venir après la modernisation de leur

enseignement. C'est donc cette Égypte que j'ai quittée pour arriver à Paris le 22 septembre 1956, c'est-à-dire un peu avant l'expédition tripartite de Suez.

Là t'es-tu intégré tout de suite à l'Institut d'histoire des sciences de la rue du Four ?

Quand je suis arrivé à Paris, il y avait deux professeurs qui enseignaient à la Sorbonne la logique et la philosophie des sciences ; il s'agissait de René Poirier et de Georges Canguilhem, qui venait juste d'être nommé. Je me suis inscrit en thèse avec René Poirier, je voulais travailler sur un sujet précis dont la première formulation, maladroite, était « l'objectivité de la loi sociologique », ce qui s'est transformé ensuite en un travail sur la mathématisation des doctrines informelles — mais ce passage-là a pris quelques années. Je suis allé assister au cours de G. Canguilhem ; le premier contact avec lui ne fut pas très engageant, je me suis donc dit que je ne le contacterai jamais, et je suis parti. Mais deux ans après, un ami m'a convaincu d'aller à l'Institut d'Histoire des Sciences, rue du Four, c'était en 1959, et c'est là que j'ai commencé à travailler avec G. Canguilhem jusqu'à mon départ en Allemagne. J'y suis revenu dès mon retour.

Le séjour en Allemagne ?

C'était en 61-62, pour des raisons extra-universitaires. La bourse que le gouvernement égyptien me versait venait d'être coupée pour des raisons d'ordre politique, il fallait trouver une solution, et j'ai été nommé assistant de logique à Humboldt Universität à Berlin. En fait j'ai découvert qu'on n'y faisait pas beaucoup de logique, ni de philosophie des sciences. Je me retrouvais d'ailleurs toujours dans le département de mathématiques ; j'avais peu de contacts avec le département de philosophie où l'on enseignait surtout les décisions du XXII^e congrès du parti communiste. Il y avait cependant un logicien, Georg Klaus, qui, lui, faisait vraiment de la logique. Au bout d'un an j'ai décidé de quitter pour diverses raisons. Comme je n'étais pas convaincu par cette formation intellectuelle, je suis rentré à Paris pour finir ma thèse d'État, dans l'intention de retourner en Égypte.

Quelle perception avais-tu, en arrivant en France, du climat général : le système universitaire, intellectuel et politique ?

Et, deuxième point, as-tu commencé à faire des études en sciences dès le début ?

Je commence par le système universitaire. À mon arrivée à Paris, j'avais été un peu déçu par la Sorbonne, car, à part quelques cours comme ceux de

G. Canguilhem, je trouvais que l'enseignement de la philosophie des sciences et de la logique n'était pas de très haut niveau. Il existait bien un enseignement en histoire de la philosophie, et là c'était plus convaincant ; je suivais également, en dehors de la Sorbonne — je ne sais plus exactement à quelle époque, les années se confondent un peu — le cours de Merleau-Ponty par exemple, ainsi que les leçons de Gueroult.

À la faculté des sciences, et malgré des conditions précaires et de surpopulation estudiantine, ce fut pour moi une découverte, on y reviendra. Dès le début j'ai essayé de faire des études de sciences, mais c'était presque impraticable. Il y avait d'abord un problème linguistique à résoudre, et, en plus, il fallait se battre pour trouver une place pour pouvoir assister à un cours. Au lieu d'aller à la faculté, j'ai donc commencé tout seul, mais, plus tard, je suis revenu à la faculté pour faire les choses dans le bon ordre.

Sur le plan général, c'était une période excessivement difficile. Je vais dire les choses comme je les ai vues. C'était en pleine guerre coloniale, la guerre d'Algérie — nous sommes en 56 — avec un certain racisme ambiant. Quand je suis parti en Allemagne, j'ai commencé à respirer, après m'être senti un peu trop oppressé à Paris. Cependant il existait quand même une gauche ; que l'on soit d'accord ou pas avec telle ou telle de ses tendances, c'est un autre problème. Il y avait un parti communiste important, une gauche chrétienne assez active, une gauche socialiste — je parle de ces fractions qui avaient quitté le parti socialiste français pour fonder le PSA puis le PSU. Tout cela pouvait aider à une certaine intégration, même si on laisse la politique de côté, de sorte qu'un jeune intellectuel qui vivait dans ce milieu ne se sentait ni vraiment étranger, ni isolé ; il y trouvait des échos à ses propres préoccupations, des gens avec qui discuter, des gens avec qui voyager. Je dirais, de façon plus fondamentale, qu'un jeune intellectuel venant d'où je venais, pouvait se sentir un peu chez soi. On remarquait aussi des personnalités comme René Poirier qui étaient de droite, mais c'était une droite libérale, pour qui il y avait certaines limites à ne pas dépasser ; on pouvait ainsi avoir des relations humaines avec eux sans forte tension. Je ne veux pas aller plus loin, ce serait entrer dans le détail de la vie politique en France. Sur le plan intellectuel c'était une époque où se côtoyaient des systèmes philosophiques, des écoles philosophiques des plus différentes mais exigeantes : l'existentialisme avec des noms comme Sartre, ce n'était pas n'importe quoi ; le personnalisme chrétien, ce groupe d'intellectuels de la rue Madame ; la gauche communiste avait ses intellectuels, etc. Il y avait en somme une vie intellectuelle dense et non pas simplement verbeuse.

Et si tu devais dire quelques mots de ce que tu dois à Canguilhem ?

Beaucoup, beaucoup ! mais je ne saurais pas dire exactement quoi, faute de la neutralité et de l'objectivité nécessaires. Sur le plan des rapports scientifiques, la rigueur qu'il avait dans toute sa pensée, et sa manière de travailler, répondaient chez moi à une attente ; j'ai appris beaucoup de choses avec lui sans aucun doute, en particulier cette pratique de l'histoire des sciences avec une dimension épistémologique, avec des exigences épistémologiques ; cela vient de lui et a trouvé un écho chez moi, sans aucun doute, sinon je n'aurais pas fait de l'histoire des sciences, cela va sans dire. Mais comme lui était en histoire de la médecine et de la biologie et moi ailleurs... Mais il me serait vraiment trop difficile de dire précisément ce que je lui dois.

Peut-être une manière de faire ?

Une manière de faire sans aucun doute, peut-être une manière d'écrire, mais là je suis le dernier à pouvoir en juger.

Peux-tu nous parler en quelques mots de tes études mathématiques ?

J'ai eu le plus grand plaisir à assister aux cours de Godement, à ceux de Cartan, aux cours de professeurs de cette classe ; c'était pour moi découvrir d'autres types de mathématiques que simplement l'analyse ; je découvrais l'algèbre dite moderne, la théorie des nombres, ensuite les éléments de la géométrie algébrique qu'il me fallait acquérir à cause de mon travail sur Diophante. Je me souviens toujours de cours comme ceux de Godement ou de Cartan avec énormément de plaisir. C'est le souvenir de leçons lumineuses, qui n'avaient pas simplement pour but de transmettre une connaissance : c'était plus que cela, il y avait la connaissance, bien sûr, mais aussi une certaine manière de sentir les mathématiques, de dire les mathématiques. Et puis certains parmi eux avaient des engagements politiques qui se manifestaient pendant leurs cours, sans que cela entraîne une quelconque concession sur la rigueur. C'était vraiment une découverte, parce qu'il s'agissait de choses non enseignées au Caire, sur lesquelles je n'avais auparavant aucune idée. On avait l'impression d'être jeté immédiatement dans la modernité, en tout cas dans une certaine modernité.

C'est quand même un tournant pour toi, le passage aux mathématiques, bien qu'il y ait eu des racines anciennes.

Il y a des racines anciennes oui, mais c'est plus que ça. Cela remonte au lycée. J'ai cependant opté pour des études de philosophie, malgré toutes les oppositions que j'ai pu rencontrer à ce changement de parcours. Un an après je suis revenu un peu aux mathématiques. Mais, dès la deuxième

année de faculté en philosophie, j'ai commencé à travailler la logique, le positivisme logique etc., ce qui n'était pas chose courante. C'est complexe, cette affaire. Il y a à la fois le désir d'y être et le désir de faire autre chose. C'est comme une schizophrénie. J'ai parfois le sentiment de n'avoir jamais fait assez de mathématiques, ni assez de philosophie.

Passons aux différents thèmes de tes recherches. Tu nous as expliqué que tu avais un sujet de thèse concernant la sociologie et quand tes premiers travaux ont été publiés, il y a précisément une continuation de ce thème initial, c'est-à-dire de la question de la mathématisation des sciences sociales ; c'est ce que l'on voit dans l'article sur « l'homme bernoullien », dans le volume sur la mathématisation des doctrines informelles, et ensuite le livre sur Condorcet. Est-ce que tu peux préciser ?

Je reviens un peu en arrière à ma formation de jeune homme ; j'y reviens pour dire que le premier choix sur l'objectivité de la loi sociologique était une combinaison entre des préoccupations de logique qui avaient commencé à s'imposer à moi et le projet d'un jeune égyptien, vivant dans un milieu où l'on parlait de tous les systèmes philosophiques ou sociaux et qui refusait d'être marxiste. Ce thème va vite se transformer sous l'influence des mathématiques pour prendre l'intitulé de « mathématisation des doctrines informelles ». Je continue ma formation ; c'est aussi à ce moment-là que j'ai commencé à travailler les probabilités avec mon ami Salah Ahmad qui était probabiliste, et je le faisais très sérieusement en vue de mon travail de thèse. La question principale est, comme l'indiquait le titre : dans quelle mesure l'application des mathématiques est-elle possible dans ce domaine, quelles sont les conditions de possibilité d'application des mathématiques dans un domaine où il n'y a pas de théorie élaborée, c'est-à-dire pas de concepts précis et contrôlés, à la fois syntactiquement et sémantiquement ? Voilà ce qu'était la question, et, pour moi, elle ne se réduisait pas à la question kantienne des conditions de possibilité de la connaissance, dans la mesure où, pour la connaissance qui préoccupait Kant, il y avait une théorie puisqu'il s'agissait de la physique. Je voulais, quant à moi, prendre un domaine où il n'y avait pas de théorie, dont celui des sciences sociales. Les sciences sociales étaient le domaine contemporain permettant de soulever cette question et d'y répondre. J'étais intimement convaincu que, pour faire un travail d'épistémologie *hic et nunc*, et pour ne pas répéter indéfiniment ce qui avait été fait, c'était ce type de question qu'il fallait poser. À partir de l'expérience d'un travail sur la sociologie, sur la psychologie sociale et sur l'économie — j'ai fait aussi un diplôme d'économie — c'était une manière de poser la question dans sa généralité du point de vue philosophique. J'ai examiné toutes les applications des mathématiques en psychologie sociale —

je dis bien toutes ou presque toutes — j'ai travaillé l'analyse factorielle, c'était un travail massif, et c'est à ce moment-là que j'ai écrit le livre sur Condorcet, ce qui correspondait à la dimension historique du travail, tandis que les études sur l'homme bernoullien que j'avais entreprises alors correspondaient à son aspect épistémique. Le plus intéressant dans tout cela était la question suivante : existe-t-il des situations historiques analogues ? C'est-à-dire qu'il ne suffit pas de faire ce travail d'un point de vue simplement comparatif ; il ne suffit pas de prendre un exemple par-ci, un exemple par-là, et de les analyser, mais il fallait reconstituer toute la tradition dans ce domaine, c'est-à-dire toute la tradition d'application des mathématiques aux réalités sociales ; c'est pourquoi je suis revenu au XVIII^e siècle et à des auteurs comme Condorcet et d'autres. C'était en même temps un travail sur l'histoire du calcul des probabilités et j'ai repris ce type de travail à partir des Bernoulli — surtout Jacques et Nicolas Bernoulli —, études auxquelles tu as fait allusion ; j'ai rédigé à peu près 600 pages, qui n'ont jamais été publiées, sur ce thème. J'ai trouvé cependant que les mathématiques restent toujours extérieures : c'est-à-dire que les mathématiques, qui ont une certaine efficacité, permettent d'approcher certains phénomènes et de construire des modèles pour certains d'entre eux etc., restent, quoi qu'on en dise, extérieures et sans véritable puissance de prévision. C'est à ce moment-là que j'ai commencé à me détourner de ce domaine parce que je savais que je ne ferais alors que répéter.

Tu as appliqué ensuite à l'optique l'idée de l'intervention nécessaire d'une tierce discipline, comme tu dis. Est-ce que cette idée t'est venue à propos de cette mathématisation des sciences sociales ?

J'ai cru pouvoir distinguer différents types d'applications : une application qu'on pourrait appeler directe, sans l'intervention d'une théorie formée ; une application qui passe par la théorie formée, et une application qui passe par une tierce discipline. Ce dernier type m'est apparu comme essentiel dans le cas de l'application du calcul des probabilités aux sciences de l'homme car elle passe par certaines doctrines ou certaines interprétations de ce même calcul. À partir de là, j'ai cherché à voir si on n'avait pas en optique, en mécanique, en électricité même, des situations analogues, et j'ai cru pouvoir répondre par l'affirmative. L'analyse de ce type de situations engageait cette dialectique entre doctrine et mathématiques, entre idéologie dans le sens noble du terme et savoirs scientifiques, dialectique que j'ai essayé de décrire ; ainsi, on observe qu'au moment où une discipline devient assez mûre, elle secrète une certaine idéologie qui permet d'aller plus loin et de regrouper d'autres phénomènes. Par exemple, une fois l'optique géométrique constituée, quand elle est devenue une authentique discipline, c'est à

ce moment-là que l'optique physique est dérivée comme doctrine à laquelle on va appliquer l'optique géométrique ou une partie de l'optique géométrique comme tierce discipline, et ainsi de suite. C'est cette problématique qui m'a amené à m'intéresser à l'optique d'Ibn al-Haytham.

Après ton intérêt pour la mathématisation des doctrines informelles dans les sciences humaines, il y a tout de même dans ta trajectoire, à partir de 67, un tournant vers l'étude de la science arabe.

En fait ce n'est pas tout à fait comme ça. À la recherche de situations analogues, j'ai d'abord rencontré la mécanique. C'est à cette époque que j'ai lu les analyses de Pierre Duhem, d'Annelise Maier et d'Alexandre Koyré, que je suis même allé voir pour discuter avec lui, après avoir suivi son séminaire pendant un certain temps. Cette expérience de la mécanique — à ce moment je travaillais sur Tartaglia et ses contemporains du XVI^e siècle — était essentielle, toujours en vue de répondre à la question que je me posais concernant cette mathématisation des doctrines informelles. Après la mécanique, je me suis orienté vers l'électricité, Oersted et d'autres. C'est en travaillant la mécanique que je rencontrais des références aux auteurs arabes, mais, pour vous dire la vérité, cela ne m'intéressait pas beaucoup et, un jour, je me suis simplement tourné vers l'optique. C'est à ce moment-là que j'ai commencé à m'intéresser à la science arabe en étant toujours à la recherche de situations analogues à celles que j'avais rencontrées en sciences sociales. J'ai alors pensé faire ma thèse complémentaire sur Alhazen. Mon premier projet de thèse complémentaire portait sur la notion de totalité ; le second sur Ernst Cassirer ; mais, plutôt qu'une thèse en histoire de la philosophie, j'ai préféré proposer à Canguilhem une thèse complémentaire sur Alhazen ; il a accepté immédiatement le sujet suivant : *L'optique d'Alhazen, problèmes de clivage entre histoire et préhistoire des sciences*. À ce moment, il y avait aussi mon collègue Morère qui faisait une thèse avec Canguilhem sur l'histoire de l'optique et la photométrie, on était un peu complémentaires pour ce travail. C'est donc sous un double thème : la mathématisation de l'informel et l'optique d'Alhazen, que j'ai ensuite présenté ma candidature au CNRS.

En fait, ton intérêt pour l'optique s'est prolongé tout au long de ta carrière ?

Oui, comme disait notre collègue Masoumi, c'est une démarche au long cours. Je suis venu à l'optique à partir d'Alhazen pour résoudre ce problème de l'application des mathématiques, ensuite je me suis trouvé en train de reculer ou d'avancer dans le temps selon les cas, mais le but n'était plus le même, le but est devenu vraiment l'histoire de l'optique comme telle,

bien que ce qui a toujours dominé cette recherche reste la question du clivage entre histoire et préhistoire d'une science, mais il y a tout de même une inversion. C'est en effet une démarche à rebours, et puis l'optique était devenue ainsi un domaine d'application des mathématiques, de plus en plus.

Alors, tu t'es intéressé aussi à l'histoire de l'algèbre arabe assez tôt puisque à un Congrès en URSS en 68, tu as fait une communication...

Non ! en 71, c'est le congrès de 71.

Mais l'arithmétisation de l'algèbre au XI^e siècle ?

C'était à Moscou en 71, mais le précédent congrès international d'histoire des sciences avait été organisé à Paris en 68 par Canguilhem et nous. À ce moment-là tous les élèves de Canguilhem, aussi bien Foucault que moi, que d'autres, portions les tables et organisons le colloque. Ma communication portait sur l'histoire de la notion de variable aléatoire au début du calcul des probabilités.

Mais pourquoi ce passage alors, pourquoi tout à coup l'algèbre arabe à Moscou ?

Il y a plusieurs raisons. L'une relève purement de la logique de la recherche et une autre n'en relève pas tout à fait. Au niveau de la recherche, je veux parler de la découverte de l'optique avec les articles sur Alhazen et al-Fārisī publiés en 68 ; j'ai commencé ainsi à m'intéresser au domaine des sciences arabes et à me diriger de plus en plus vers l'histoire des mathématiques par une tendance interne, une sorte d'inertie, je ne sais pas comment appeler cela. Il y avait aussi des événements plus contingents, de divers ordres. La guerre de 67, ainsi qu'un événement extérieur : à la bibliothèque Süleymaniye d'Istanbul, alors que j'attendais le manuscrit de l'optique d'Alhazen que j'avais demandé, je tombe par hasard sur la référence du livre d'algèbre d'al-Samaw'al, mathématicien du XII^e siècle, c'est tout ; je le demande pour voir ce que c'est, je commence à lire et je n'en crois pas mes yeux. Selon ce que j'avais appris, ce que je lisais là était de l'algèbre du XVI^e, voire du XVII^e siècle ; j'ai donc demandé un microfilm, j'ai pris le microfilm avec moi et je suis rentré travailler à Paris. Mais je n'estimais pas du tout qu'une chose comme ça était pour moi. Éditer un texte ne m'intéressait nullement ; que veut dire éditer un texte dans une langue qui est votre langue maternelle ? et pourquoi le faire ? J'ai cependant décidé de faire ce travail, comme une sorte de jeu ; je suis parti pour Damas, j'ai emporté le texte et j'ai proposé à mon ami Salah Ahmad, comme une sorte de récréation, d'en faire l'édition ; là, j'ai inventé des règles d'édition absolument

farfelues en me disant : « comme c'est une langue vivante aucune raison de mettre des variantes ». N'oubliez pas que je venais de chez Canguilhem, où on ne s'intéressait nullement à l'édition critique, on ne savait même pas ce que c'était.

C'était une question que j'avais prévue, tu as été obligé, par la logique des choses, d'aborder l'édition des textes ; quels problèmes as-tu rencontrés, comment les as-tu résolus ?

Le livre d'al-Samaw'al s'est fait comme ça, j'en ai vu ensuite un compte-rendu par une certaine personne connaissant très peu l'arabe, jouant au savant, disant des contre-vérités etc. ; j'étais quand même surpris. J'ai alors compris l'importance des « cosmétiques ». Je ne voyais pas vraiment l'intérêt d'un tel travail jusqu'à ma découverte du livre de Diophante au début des années 70. J'avais commencé à traiter Diophante un peu de la même manière et ensuite, j'ai compris que si je continuais à procéder ainsi j'étais en train tout simplement de saboter mon propre travail, et de prêter le flan à des vols et des plagiats incontrôlables. Ce n'est que dans un deuxième temps que j'ai effectivement commencé à comprendre l'importance de l'histoire des textes pour l'édition critique afin de résoudre certains problèmes, surtout lorsqu'il s'agit de manuscrits uniques, comme c'est le cas pour le manuscrit de Diophante. Avec Diophante j'ai expérimenté l'importance de tout cela : si un mot est changé, surtout quand il s'agit d'une traduction à partir du grec, cela peut avoir un poids énorme. C'est donc à ce moment-là, assez tard quand même, que j'ai pris conscience qu'il fallait se pencher très sérieusement sur l'édition critique. J'ai compris aussi qu'il fallait trouver des règles spéciales pour l'édition critique des textes arabes, car il faut certes maîtriser les critères et les règles de l'édition grec et le latin ; mais il faut, étant donné les conditions particulières et spécifiques de chaque langue et de chaque tradition, trouver des règles propres à l'édition critique en arabe : formes de l'apparat critique, nécessité de l'écrire en arabe etc. Ce travail a commencé avec Diophante et je n'ai depuis cessé de développer et d'affiner ces critères. Je dois ici rendre à César ce qui est à César, à celui qui m'a aidé à prendre conscience de l'importance de ces choses-là, André Allard, helléniste et latiniste à la fois : pour Diophante, on avait engagé ensemble l'étude du texte grec et je voyais alors tous les problèmes posés.

Aussi tu t'es aperçu que l'histoire des sciences arabes et des mathématiques arabes en particulier, avaient besoin — et c'est une condition nécessaire — de mettre sur le marché, si j'ose dire, les textes eux-mêmes.

Là c'était un choix qui s'est imposé de lui-même. Je me souviens que chaque fois que je faisais une conférence à la rue du Four — j'en faisais au moins six par an — et que j'avais quelque chose tiré des textes on me disait : la preuve ? Je disais la preuve ! allez apprendre l'arabe. J'ai alors compris très rapidement que pour administrer cette preuve il fallait constituer effectivement toute une bibliothèque des principaux textes si l'on voulait que le domaine existe ; mis à part l'aspect anecdotique, c'est donc cette conscience-là qui l'a emporté et, dans ce cas-là, il fallait se mettre au travail d'édition. Je vous avoue que je l'ai toujours fait sans enthousiasme, je considérais que ce n'était pas mon rôle ; mais dans une période historique donnée on ne décide pas des tâches à accomplir, chaque période impose ses propres exigences. Il fallait le faire, je l'ai fait ! Je suis donc un éditeur malgré moi.

J'aimerais revenir un peu auparavant, à l'étape al-Samaw'al. Il est bien évident que l'un des buts de ton travail a été de montrer comment s'est constituée la science de l'âge classique. Mais quand tu as travaillé sur al-Samaw'al, ce n'était pas encore cela qui te tenait à cœur. Alors comment cela est-il venu ?

Avec al-Samaw'al, l'idée qui m'est venue — elle est très importante pour moi — c'est celle de l'arithmétisation de l'algèbre. Autrement dit, à un moment donné, on commence à appliquer les opérations de l'arithmétique aux expressions algébriques, et donc à définir la notion de polynôme, à en assurer les conditions et à en examiner les conséquences. Et, excusez-moi de le dire, personne ne l'avait vu auparavant. Il y avait un corollaire, lui aussi très important, c'est de reconnaître que, dans l'histoire de l'algèbre, il y a des traditions : pour comprendre al-Samaw'al il faut voir al-Karajī et pour comprendre al-Karajī il faut voir Abū Kāmil et al-Khwārizmī. Il y a une tradition qui a commencé avec al-Khwārizmī et qui a abouti à ce développement-là : l'arithmétisation de l'algèbre et le développement du calcul algébrique abstrait. Quelle transformation cette tradition a-t-elle subie ? Quand situer sa fin ? Je suis donc allé tout à fait naturellement vers l'algèbre italienne, vers les « cossistes » allemands, jusqu'à Stifel, qui ne faisaient pas davantage que les algébristes arabes. Pour l'un ou l'autre chapitre, on peut identifier un parcours particulier ; par exemple, si on prend les livres d'al-Karajī, ils se terminent avec un chapitre sur l'analyse diophantienne. Si on prend le manuel d'algèbre d'Euler, on observe le même processus. Attention ! Je ne suis pas en train de dire : Euler c'est al-Karajī. Mais dire qu'il y a une tradition, ou dire qu'il y en a d'autres ou qu'il n'y en a pas, c'est chaque fois un point à examiner. On a une tradition, celle de l'algèbre ; on a une autre tradition, celle de la géométrie algébrique, et on va regarder

ensuite de la même manière quand elle a commencé, quel régime elle a suivi et quelles transformations elle a subies. Il me paraissait en effet vraiment étonnant que quelqu'un comme al-Khayyām n'ait eu ni prédécesseur ni successeur. S'il n'y a pas de rationalité dans l'histoire, qu'on arrête de faire de l'histoire, qu'on fasse autre chose. C'est d'ailleurs cette conviction qui m'a permis la découverte des travaux de Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī après al-Khayyām.

Le manuscrit d'al-Ṭūsī avait été souvent regardé, mais personne n'avait pu comprendre son contenu.

Il suffit de regarder la liste des prestigieux personnages qui l'ont consulté, à la Bibliothèque India Office de Londres. Mais, pour continuer à répondre à la question précédente, il s'agissait donc d'identifier ces traditions en algèbre, en géométrie algébrique, etc. Mais il arrive que les traits épistémiques propres à une tradition se retrouvent sous d'autres cieux et dans d'autres ères culturelles. S'agit-il d'influences, d'une génération spontanée, d'une logique interne du développement de la recherche considérée ? toutes ces questions sont ouvertes et il n'y a pas une réponse unique. Mais cette communauté de traits et de pratiques scientifiques ne pouvait que mener à la notion de mathématiques classiques, en algèbre comme pour d'autres disciplines.

Tu as rencontré à peu près la même situation pour la théorie des nombres et l'analyse diophantienne.

Effectivement. Pour l'analyse diophantienne, une fois que j'ai trouvé la partie perdue de l'œuvre de Diophante, j'ai commencé à la comparer avec celle d'autres mathématiciens : al-Karājī, al-Khāzin... On voit alors se constituer à un moment donné une tradition à la fois en algèbre et en théorie des nombres. Je n'étais d'ailleurs pas le seul à m'intéresser à al-Khāzin, mais pour mesurer vraiment son apport il fallait le situer dans une tradition qui commençait, l'analyse diophantienne entière. Ainsi l'analyse diophantienne va se partager en deux à partir du X^e siècle : l'analyse diophantienne rationnelle, qui fera partie de l'algèbre, et l'analyse diophantienne entière, qui inaugure une nouvelle tradition en théorie des nombres.

Encore une question sur la notion de tradition. Lorsque tu dis, par exemple, qu'il y a une tradition qui est celle de l'arithmétisation de l'algèbre, une autre qui serait celle de la géométrie algébrique d'al-Khayyām, une autre encore qui serait celle de l'analyse diophantienne, on risquerait de comprendre que ces traditions s'isolent les unes des autres, ne communiquent pas.

Les deux à la fois. Dans les mathématiques on ne peut rien isoler, mais on repère quand même pour chaque tradition un régime de développement propre. Cela dit, un même mathématicien peut participer à des domaines différents relevant de traditions différentes. Par exemple, al-Khāzin a essayé de résoudre une équation cubique par intersection des coniques : il participe alors, comme prédécesseur, à la tradition d'al-Khayyām ; mais, d'autre part, c'est le même al-Khāzin qui va développer l'analyse diophantienne entière. Cependant, son poids n'est pas le même dans les deux traditions.

Revenons à la géométrisation de l'algèbre, à partir d'al-Khāzin puisque d'après ce que l'on sait c'est le premier.

C'est le premier qui a résolu une équation cubique par intersection de coniques, oui, puis d'autres viennent, Abū al-Jūd qui va vraiment faire avancer les choses très sérieusement avant qu'al-Khayyām n'en donne la théorie tout à fait articulée. Dans cette tradition les successeurs d'al-Khayyām ne feront pas « du pur Khayyām » ils feront aussi en partie autre chose ; il est certain qu'al-Ṭūsī par exemple apporte beaucoup de nouveau.

Mais alors pour continuer sur ce thème des traditions et en particulier dans l'algèbre et l'analyse diophantienne, tu as beaucoup étudié l'articulation avec les mathématiques du XVII^e siècle, celles de Descartes et Fermat ; je pense que le type d'études que tu as menées sur les traditions arabes jette une lumière nouvelle sur le renouveau des mathématiques au XVII^e siècle.

Quand on considère des travaux pour mesurer leur nouveauté, étant donné que les traditions dans lesquelles ces travaux se situent s'étendent sur une longue durée, une question se pose d'elle-même, celle de savoir quand ces traditions s'arrêtent. D'autre part étant donné qu'il existe de fortes ressemblances entre ce que faisaient ces mathématiciens des XI^e, XII^e, XIII^e siècles etc., et ce que faisaient certains mathématiciens du XVII^e siècle, on se pose immédiatement la question : les résultats obtenus au XVII^e siècle ne sont-ils pas une suite naturelle des travaux des XI^e, XII^e siècles ? Ces deux questions sont liées. Pour les expliciter : s'il y a du nouveau, où se place-t-il exactement ? Par exemple, pour rendre l'idée plus claire, si je dis que ce qui est nouveau chez Fermat en théorie des nombres, c'est qu'il a algébrisé celle-ci, cela n'explique pas pourquoi Fermat a donné des résultats nouveaux. Pourquoi ? Parce que cette algébrisation avait déjà été faite avant Fermat. Donc la question est de savoir ce qui est spécifique, ce qui est vraiment nouveau chez Fermat et qui lui a permis d'aller plus loin. Or cette chose existe, c'est la méthode de la descente infinie. Pour Descartes c'est pareil, s'il faisait du Khayyām alors comment expliquer certains faits nou-

veaux, par exemple le fait que Descartes parle d'une courbe algébrique quelconque, tandis qu'al-Khayyām reste au niveau des coniques. On se pose la question : mais pourquoi à ce moment-là cette chose-là est-elle arrivée ? En ce sens, connaître les mathématiques arabes est, selon moi, absolument nécessaire, à la fois pour poser ces questions — parce que personne ne les pose — et localiser avec précision la nouveauté ; lorsque vous savez ce que les autres ont fait, cela vous permet de savoir si l'on reste dans la même tradition ou si l'on dépasse cette tradition. Par exemple, dans le travail auquel vous faites allusion, j'ai insisté sur la distinction entre courbes mécaniques et courbes géométriques chez Descartes ; je ne vais pas rentrer dans le détail de l'histoire, mais ce sont là des choses concrètes. Ainsi, mis à part l'intérêt de l'histoire des mathématiques arabes pour elle-même, on ne peut pas vraiment comprendre le XVII^e siècle sans connaître ces mathématiques. Là, pour parler de ceux qui connaissaient le XVII^e siècle sur le bout des doigts — je pense en particulier, en toute amitié, à quelqu'un à qui je dois beaucoup, Jean Itard — je ne peux pas être d'accord avec lui quand il dit que la nouveauté de Fermat résidait dans l'algébrisation de la théorie des nombres, étant donné ce que je sais à propos de ce qui s'était passé auparavant.

Autrement dit, avoir identifié une tradition dans les mathématiques arabes et retrouver ailleurs le style caractéristique de cette tradition, cela ne veut pas dire forcément détecter des influences directes, n'est-ce pas ?

C'est possible, mais ce n'est pas ce que j'ai choisi de faire. Je veux dire par là que j'ai exclu les problèmes des précurseurs, ce qui ne m'intéresse absolument pas, je suis vacciné depuis le début contre le virus du « précurseur ». Qu'il y ait des influences directes, oui, c'est parfaitement possible, il faut examiner chaque cas avec la distance critique nécessaire pour savoir s'il y a influence directe ou non. Au stade actuel du travail, je dirais : même s'il n'y a pas d'influence directe avérée, il y a une logique du développement des mathématiques qui exige une certaine extension des traditions qui y sont à l'œuvre. De toute manière, pour le XVII^e, il est impossible de le situer vraiment, au moins au niveau mathématique, sans savoir ce qui s'est passé à l'époque dont nous parlons. Que Descartes ait lu al-Khayyām ou que Descartes ait su, par Golius ou par son fils, ce qu'al-Khayyām avait fait, tout cela est possible, peu importe. Ce que je veux dire, c'est qu'il faut lire al-Khayyām, c'est qu'il faut lire al-Ṭūsī avant d'attaquer l'étude de la géométrie de Descartes ; sinon on ne comprendra pas où réside la nouveauté dans cette géométrie, car tout n'y est pas nouveau. Il s'agit de comprendre ce qui a fait de la géométrie de Descartes la géométrie *de Descartes*.

Tu as entrepris, vers la fin des années 80, d'éditer cet immense corpus de textes de géométrie, tout ce corpus infinitésimal. Dans tes recherches c'est une sorte de tournant géométrique.

En fait il y a une certaine continuité des thèmes. Vers la fin des années 80, le domaine de la géométrie s'est imposé de lui-même. Avec mon travail sur al-Khayyām, et sur al-Ṭūsī, j'ai compris que pour l'histoire de l'algèbre, il fallait déjà vraiment voir comment les choses se passaient en géométrie, pour des raisons extrêmement précises, par exemple pour la connaissance que les mathématiciens de cette époque avaient des coniques ; par exemple encore, et surtout, pour la présence des transformations algébriques qui ne pouvaient être suggérées que par des transformations géométriques. C'est pour beaucoup de problèmes de ce genre-là qu'il fallait aller voir du côté des géomètres. Au cours de mon travail sur al-Ṭūsī, en particulier sur la deuxième partie de son traité où il introduit des notions de type analytique, j'ai pensé qu'il fallait chercher d'abord chez les infinitésimalistes si de telles notions existaient, comment elles étaient conçues, etc. C'est toujours la même chose, on commence à travailler un auteur, dans le cas présent Ibn al-Haytham, on découvre immédiatement qu'il se situe dans une tradition et que, pour le comprendre, il faut restituer l'ensemble de cette tradition, d'où le projet des mathématiques infinitésimales arabes et cette série de volumes. En algèbre aussi, il se posait des problèmes de construction géométrique, que les algébristes ont attaqués dès le départ. Ils ont essayé de les traduire en équations : le problème la trisection de l'angle, l'heptagone régulier, la droite d'Archimède, d'une part. D'autre part cette recherche sur la théorie des coniques, en quoi consistait-elle ? À simplement lire Apollonius et à l'appliquer, ou y avait-il plus ? Il fallait en venir à l'étude d'un thème beaucoup plus général, celui de la théorie des coniques et de ses applications. C'est le *corpus* pour lequel j'ai engagé ce type de recherche dans les années 80. Entre parenthèses il faut dire ici une chose : une recherche ne se fait jamais seul, affirmer le contraire serait faux, une recherche se fait avec les vrais collègues de travail et dans des institutions. Par exemple, pour la recherche sur les coniques, les discussions avec Christian Houzel ont été essentielles pour aller plus loin, vous encourager à réfléchir, considérer certaines choses, en corriger d'autres. Sinon, on s'essouffle et on ne peut maintenir un engagement exigeant sur un chemin si long.

C'est une entreprise énorme !

C'est une entreprise qui va de la collecte des manuscrits à la tâche de commenter le tout. Mais revenons à la géométrie. On a évoqué les recherches infinitésimales et la théorie des coniques. En fait, au cours des recherches sur la théorie des coniques, on voit apparaître une autre tradition,

celle des géomètres qui, à partir de là, ont commencé à réfléchir sur des transformations géométriques et les projections. Ma recherche sur la géométrie arabe a commencé assez tard, d'une part parce qu'elle a été provoquée par mes travaux sur l'algèbre et est donc venue dans une deuxième étape, et, d'autre part, en raison d'un préjugé. Ce préjugé était celui de tout le monde ; je me disais que si, pour l'algèbre et la théorie des nombres, il y avait sûrement des choses nouvelles dans les mathématiques arabes, en revanche, pour la géométrie, ils avaient dû répéter ce que les Grecs avaient fait — c'est ce que l'on trouvait dans tous les manuels et j'avais fini par le croire. C'est lorsque j'ai commencé à travailler Fermat, et à connaître ce qu'avaient fait des géomètres comme Thābit ibn Qurra, comme al-Qūhī..., que j'ai compris que cette géométrie n'était pas une réplique de la géométrie grecque ; elle est certes liée à la géométrie grecque, mais elle a donné lieu à des développements dans des directions qui n'existaient pas dans celle-ci. C'est une constante du travail intellectuel : quand on commence à voir autrement le paysage, les préjugés tombent d'eux-mêmes, presque sans effort.

Est-ce que tu peux caractériser la nouveauté principale de la théorie des transformations et des projections, parce que, après tout, pour la théorie des projections, il y avait bien certains éléments dans la géométrie grecque.

Chez Ptolémée, on trouve la projection stéréographique, mais cette projection n'est pas étudiée mathématiquement au sens fort du terme. Tandis qu'on avait commencé à traiter mathématiquement des transformations, à l'époque des X^e et XI^e siècles, donc relativement tard dans le développement des mathématiques arabes, même si al-Farghānī étudiait déjà au IX^e siècle la projection stéréographique. Les géomètres ne vont pas traiter seulement de ce type de transformation qui sert à la construction de l'astrolabe, mais ils vont traiter d'autres types de projections qui ne peuvent servir à rien, c'est-à-dire qu'ils se livrent à une étude purement géométrique, non pas d'une ou de deux transformations mais de plusieurs transformations. Je ne dis pas qu'avant il n'y avait rien, je dis simplement qu'il n'y avait pas suffisamment d'éléments et de méthodes de pensée qui permettent de faire de cette étude un chapitre de la géométrie. Il fallait attendre cette époque pour que soit institué ce chapitre qui va ensuite se transformer, avec des savants comme Desargues.

Il y a aussi le chapitre des mathématiques infinitésimales, marqué par un certain nombre de nouveautés que tu as mises en évidence en publiant les textes qui montrent que les méthodes des géomètres arabes ne sont plus

tout à fait les mêmes que celles d'Archimède. Il y a donc un certain nombre de nouveautés.

Oui, il y a des nouveautés, il y a même des domaines qui n'existaient pas du tout auparavant; il y avait aussi des extensions, par exemple, sur le plan infinitésimal; de nouvelles figures ont été étudiées, telles que la deuxième espèce des paraboloides par Alhazen ou encore des domaines qui existaient à peine, tels que ceux des isopérimètres ou des isépiphanes. On peut ajouter à cela la théorie de l'angle solide. Tout cela correspond à des choses entièrement nouvelles et qui avaient besoin d'autres moyens, qui n'existaient pas, d'autres manières de voir qui ne sont plus celles d'avant. La géométrie infinitésimale a donc constitué tout un domaine des mathématiques arabes, mais la recherche, dans ce domaine, va s'arrêter. Nous avons là l'exemple d'une tradition parfaite, qui commence avec les Banū Mūsā, qui se termine avec Ibn al-Haytham. Il a fallu attendre la deuxième moitié du XVII^e siècle, pour que cela recommence, autrement. À cette époque on va obtenir des résultats semblables, mais il ne s'agit pas seulement de résultats, c'est la manière de les obtenir qui diffère, grâce à l'introduction du symbolisme qui permettra à ce chapitre d'aller plus loin. Nous avons là l'exemple d'une tradition dont on connaît les bornes.

Depuis quelques années, tu as publié davantage d'études sur les rapports entre mathématiques et philosophie, qu'en est-il ?

C'est un domaine assez vaste où je commence à peine à faire mes premiers pas. On lit souvent par-ci par-là un résumé des idées des philosophes sur les mathématiques ou de celles des mathématiciens dans leur rapport à la philosophie. Cette problématique est assez pauvre. Il faut poser la question autrement, sous un double aspect: quelle est la part vivante de philosophie dans les mathématiques? cette part vivante est-elle l'œuvre des philosophes, des mathématiciens, des mathématiciens-philosophes ou des philosophes-mathématiciens? Les deux questions ne sont pas indépendantes. Quel est le lieu ou quels sont les lieux où mathématiques et philosophie se rencontrent effectivement? Je me suis posé ces deux questions. Pour la deuxième question, on se trouvait devant une double possibilité: ou bien on appelait la philosophie pour résoudre, ou croire résoudre les problèmes mathématiques, ou bien on prenait les mathématiques pour résoudre les problèmes philosophiques. J'ai donc essayé de trouver un exemple de chacun de ces problèmes traités ou bien par un mathématicien ou bien par un philosophe, mais en fait c'est souvent un mathématicien-philosophe qui traitait ce type de problèmes. Cela a commencé par l'étude de l'asymptote et l'usage fait de concepts philosophiques pour réfléchir sur son statut paradoxal; j'ai ensuite étudié la doctrine métaphysique de l'émanation et l'usage fait de l'analyse

combinatoire pour en penser la possibilité sous la contrainte de certains principes. J'ai fait des tentatives, sans doute partielles, pour savoir quelle conception les philosophes avaient des mathématiques, quelle conception, par exemple, ils mettaient en œuvre dans leurs classifications des sciences ou dans la constitution de leurs ontologies. Ces tentatives partent de la conviction que la philosophie de cette époque ne se réduit ni à une théorie de l'âme, ni à une théorie de l'être, mais qu'il y avait une philosophie des sciences comme on la conçoit aujourd'hui et surtout une philosophie des mathématiques qui est une partie fondamentale de la philosophie.

Tu as évoqué la question de la concevabilité et de la démonstrativité à propos de l'asymptote ; tu as évoqué aussi la démarche, fascinante il faut le dire, de Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī essayant de résoudre le problème de l'émanation des intelligences célestes en appliquant l'analyse combinatoire. On peut évoquer encore Ibn al-Haytham à propos de la théorie du lieu. Allons plus loin, est-ce qu'on peut imaginer que s'élabore à ce moment-là un modèle ou des modèles des rapports entre philosophie et mathématiques qui prépareraient en quelque sorte une transformation de la manière de philosopher ?

Avant de répondre, je vais prendre deux exemples. Prenons celui de l'analyse de l'asymptote. Voici un thème sur lequel on a composé des livres qui sont à la fois des livres de logique, de mathématiques et de philosophie ; et les auteurs de ces livres étaient pour la plupart des mathématiciens, mais parfois aussi des philosophes. Malheureusement certains de ces livres sont perdus. Cela veut dire que ce thème était reconnu par l'opinion commune de telle sorte qu'un mathématicien aussi bien qu'un philosophe — à condition que celui-ci soit informé des mathématiques — pouvaient lui apporter leur contribution. Un thème comme celui-ci, on le classe aussi bien comme branche des mathématiques que comme branche d'un enseignement philosophique. Le deuxième exemple est celui de l'analyse et de la synthèse, auquel les mathématiciens ont consacré des traités substantiels. Autour de ce thème, il existe un domaine sur lequel il est bon d'attirer l'attention car le logicien moderne peut y trouver de la logique, les mathématiciens de tout temps, des mathématiques, et les philosophes, de la philosophie. Mais que le logicien moderne puisse y trouver de la logique, cela signifie qu'il n'a pas forcément besoin de faire le détour par Aristote. Cette distance par rapport à la logique aristotélicienne, ce sont les mathématiciens philosophes qui la prennent : un mathématicien comme Alhazen ou comme Ibrāhīm ibn Sinān n'éprouvera pas le besoin d'aller étudier l'*Organon* d'Aristote pour écrire sur les problèmes de logique ; il peut le faire à partir de l'étude de ces thèmes, par exemple à partir de l'analyse et de la synthèse, de l'asymptote.

Il s'est donc produit un changement de perspective, qui n'est pas global mais tout de même important. Mais il y a l'autre volet de cette question que j'aimerais traiter un jour : quel est l'impact des mathématiques sur un philosophe de pure obédience ? Par exemple prenons al-Fārābī : quel est l'impact des mathématiques sur sa philosophie ? On peut dire que, localement, il y a un impact sur sa classification des sciences, peut-être sur son ontologie, comme je le prétends, mais comme nous n'avons pas sa *Métaphysique*, comment voulez-vous que nous fassions ? On peut peut-être envisager plus facilement un travail comme celui-ci pour Avicenne puisqu'on a l'essentiel de son œuvre. Ce sont là des questions qui restent ouvertes.

À deux reprises tu as parlé de l'ontologie d'al-Fārābī, c'est un thème qui court dans plusieurs de tes travaux sur la philosophie des mathématiques ; par exemple lorsque tu as parlé de la notion de chose qui fait une apparition massive chez les philosophes, chez al-Fārābī d'abord, chez Avicenne ensuite, tu as évoqué l'idée d'une ontologie plus générale que celle héritée d'Aristote ; et de même, lorsque tu as traité de la théorie du lieu chez Alhazen, en évoquant les nouvelles exigences qu'imposent à une telle théorie le maniement nouveau et généralisé des transformations ou l'introduction du mouvement en géométrie, tu as pensé trouver derrière tout cela un changement dans l'ontologie de ces auteurs. Peux-tu préciser ? On a le sentiment que tu tiens là le soubassement ultime des changements intervenus au cours de cette période et que tu l'as approché de diverses manières.

Je crois qu'on peut prendre comme hypothèse de travail qu'à cette période, par le développement des mathématiques, par la diversité des nouvelles disciplines, on a commencé à penser une forme nouvelle d'ontologie. On a entrepris deux choses. On a cherché d'une part à élaborer des théories unitaires pour des sciences mathématiques qui se sont multipliées et dispersées ; mais, on le sait maintenant, il n'y avait aucun moyen de constituer cette théorie unitaire, parce que l'algèbre de l'époque ne pouvait le faire. Comme on ne pouvait pas y parvenir sur le plan purement mathématique, il fallait chercher autre chose au-delà des mathématiques susceptible de fournir une telle théorie. D'autre part il s'est évidemment produit, grâce à l'algèbre, un changement dans la conception de l'objet mathématique, mais grâce aussi à d'autres contraintes ; par exemple, lorsqu'on considère les transformations géométriques, on ne peut pas conserver une notion de lieu comme celle d'Aristote. Tout cela m'amène à une hypothèse que je suis en train de travailler, c'est qu'on a développé une certaine manière formelle — je dis formelle, pas formaliste — de penser à la fois l'objet mathématique et l'unité des disciplines.

Ton texte sur la science occidentale a rencontré un accueil polémique. C'est un signe intéressant parce que cela montre que ce qui t'a guidé dans ton travail sur la constitution de la science classique à partir de la science arabe n'a pas été bien compris ici. C'est une certaine conception de la notion de science occidentale qu'un travail comme le tien remettait en cause, de même qu'il remettait en cause la périodisation qui va avec. Est-ce que tout cela ne commence pas à être admis maintenant ?

Je ne sais pas si c'est vraiment admis. Ce travail était le résultat du travail d'un historien, d'un historien qui s'intéressait à ce qui s'est passé dans la période médiévale européenne et dans la période classique ; et en même temps à ce qui s'était passé en langue arabe. Il fallait donc mettre les thèses au clair. Une thèse dominait à l'époque, un postulat, selon lequel la science classique était européenne dans ses origines et dans ses extensions. Je trouvais que ce postulat était néfaste sur le plan à la fois historique et philosophique et j'ai réagi contre lui. S'il y avait eu des réactions polémiques à mon texte, j'aurais été ravi, mais en fait il n'a pas provoqué de discussion ; la réaction a au contraire été un silence fâché, un rejet. Est-ce que la situation a changé aujourd'hui ? peut-être. Mais je crains que ce ne soit pas un changement dans le bon sens. Je pense à un livre paru récemment aux États-Unis, reprenant le même postulat avec des variantes. Comme on ne peut pas parler des sciences, on va dire qu'en Europe il y avait des institutions d'enseignement alors qu'il n'y en avait pas en Orient, on va reprendre la même thèse indéfiniment. Les mêmes thèses s'habillent avec de nouveaux vêtements. D'autre part, et cela n'est pas moins dangereux, certains vulgarisateurs traitent les problèmes sérieux d'histoire en les réduisant à des questions d'originalité, de précurseurs, etc. On va donc présenter la science arabe, que ce soit en Europe ou dans les pays arabes eux-mêmes, comme une curiosité exotique ou comme un thème nationaliste — on trouve les deux à la fois — et cela ne rend service ni à la science, ni à l'objectivité.

Est-ce que tu peux revenir sur deux thèmes que tu as développés en plusieurs occasions : le caractère universel de la science et la nécessité de lire l'histoire des sciences avec une périodisation plus adéquate ?

En effet, j'ai proposé de regarder d'un œil critique la périodisation habituelle et d'en introduire une nouvelle, plus objective, qui pourrait mieux rendre compte des faits historiques, qui accorderait une acception suffisamment large à la notion de science classique pour qu'elle puisse inclure dans certains cas jusqu'à des éléments de la science grecque. J'insiste sur un autre point, c'est l'universalité de la science : du point de vue épistémique, les mathématiques n'ont jamais cessé d'être universelles ; et, du point de vue historique, je dis que la première universalité de la science s'est trouvée

réalisée avec la science arabe, à cause de sa bibliothèque universelle et à cause de ses prolongements de type universel ; si on enlève l'universalité de la science, on tombe dans le folklore.

Tu as insisté, en examinant cette question de la périodisation, sur l'idée d'une périodisation différenciée selon les disciplines.

Il s'agit là d'une dimension fondamentale, toute cette périodisation est différentielle : quand on traite de l'histoire de l'algèbre, ce n'est pas la même chose que lorsqu'on traite de l'histoire de la mécanique ou de l'histoire de l'optique, etc. On peut parler de l'algèbre classique d'al-Khwārizmī à Euler — ou même à Lagrange s'il le faut — mais on ne peut parler de cinématique classique qu'à partir de Galilée ; par contre, on peut parler de l'optique classique à partir de Ptolémée, ou plutôt d'Alhazen à cause de la révolution accomplie par lui, et cela jusqu'à Newton, au moins jusqu'à Newton. Il faut donc introduire un aspect différentiel dans la périodisation.

Il y a un thème qui t'a toujours tenu à cœur mais que tu as passé ton temps à tenir à distance, c'est le thème des rapports entre la science ou l'entreprise scientifique et les institutions sociales ; tu l'as abordé parfois, mais toujours en le contenant.

Oui, c'est un thème essentiel pour comprendre certains phénomènes, étant donné que les faits scientifiques, même s'ils sont universels, sont le produit des hommes. On vit dans une société avec des institutions. Sur le plan historique, les sciences sont le produit d'une société, mais, sur le plan épistémique, elles sont universelles et ça on n'y peut rien. Il y a deux thèmes dont j'essaie de me protéger, ce thème-là et le thème de la décadence : pourquoi, à un moment donné y a-t-il, dans certaines sociétés, une décadence scientifique ? Ce sont des questions qui sont souvent mal posées, et qui exigent pour qu'on les pose et qu'on avance dans leur compréhension la réunion de plusieurs compétences. Cela requerrait la collaboration d'historiens de toutes les disciplines : les historiens des faits militaires, les historiens des faits démographiques, les historiens des sciences, les historiens de l'économie — par exemple, nous aurions besoin d'une étude détaillée de l'histoire du commerce mondial, du XV^e au XVII^e siècle — et il faudrait lier tout cela ensemble. Pour mener à bien un tel programme, il faut des institutions, il faut former les gens, or nous sommes des artisans. Pour comprendre les rapports entre science et société, il faudrait commencer par savoir ce qu'il y avait comme science, or pour le moment nous ne le savons pas encore vraiment. C'est la même chose pour la décadence, avant d'entreprendre une étude de la décadence, il faut d'abord savoir de quoi il y a décadence.

C'est dans cette perspective que tu avais engagé le programme « Science et empire ». Quel était le but de ce programme ?

Son but était le suivant : dans la période qui est celle des empires, quelles sortes de sciences étaient transmises des empires vers les colonies (quelle sorte de mathématiques, quelle sorte de physique...); et comment étaient-elles assimilées, développées, ou pas, dans les colonies. Cela comprenait le thème de la modernisation scientifique dans le Tiers-Monde, sa réussite dans certains pays, son échec parfois. Cela comprenait aussi la politique impériale de la diffusion de la science et ses limites, le rôle des conditions endogènes dans l'assimilation de la science moderne par les pays du Tiers-Monde.

C'est peut-être, de la part de l'historien des sciences, une manière d'exercer une forme de responsabilité.

À l'époque, je parlais à ce propos d'histoire appliquée des sciences: il s'agit d'utiliser l'histoire des sciences pour comprendre certains phénomènes sociaux de notre temps. L'historien des sciences, comme tout intellectuel, est toujours responsable. Même s'il travaille sur les Grecs, il pense à son temps, il est sous l'influence de l'idéologie de son temps. Il ne peut pas être un historien des sciences en avril 2003 sans penser aux tempêtes de notre temps. Il s'agit pour lui d'essayer de garder la tête froide, d'être le plus objectif possible, pour pouvoir exercer sa responsabilité.

Penses-tu que l'histoire des sciences a un rôle à jouer dans la résolution de certains problèmes posés aujourd'hui aux sociétés dont sont issues ces sciences ?

J'en suis intimement convaincu parce que je crois — et cela est mon choix individuel — qu'il faut cultiver, diffuser et défendre les valeurs rationnelles, et je suis sûr que l'histoire et la philosophie des sciences sont, pour cette tâche, un moyen efficace. Si on enseigne l'histoire des sciences, si on enseigne la philosophie des sciences, sérieusement, de façon bien conçue, c'est alors une aide pour former des générations de gens qui respectent et défendent ces valeurs des Lumières. C'est le seul moyen. Je ne dis pas qu'on interdirait quoi que ce soit — je suis contre toute interdiction — mais il s'agit là des bases mêmes qui permettent la discussion. L'enseignement de l'histoire et de la philosophie des sciences peut jouer un autre rôle, celui d'éviter que la modernisation scientifique dont ces pays ont besoin soit interprétée de façon étroitement appliquée. C'est là principalement que pèchent les responsables politiques de ces pays lorsqu'ils conçoivent la science. Ils ne l'ont comprise que sous cet aspect appliqué, c'est le seul qu'ils

aient favorisé et je pourrais produire une infinité d'exemples à ce propos. On constate immédiatement que, pour ces pays, un centre de recherche est un centre de recherche appliquée ; or c'est un chemin qui, selon moi, ne mène nulle part. L'enseignement de l'histoire des sciences, de la philosophie des sciences et éventuellement de la sociologie de la science peut aider à éviter cet écueil et à comprendre l'importance de la recherche fondamentale dans la modernisation scientifique. Donc, pour résumer brièvement, il y a trois choses : les valeurs rationnelles au niveau de la société, la modernisation scientifique au niveau de l'État mais aussi de la société, la recherche fondamentale comme condition nécessaire de la modernisation scientifique. Ce rôle de l'histoire et de la philosophie des sciences est d'autant plus important lorsque d'autres idéologies dominent, pour des raisons d'ailleurs contingentes. Je ne parle pas seulement pour ces sociétés-là, mais même pour des pays développés comme la France, où le problème se pose, même si c'est en des termes un peu différents. Voilà comment je conçois les choses. Un tel enseignement apporte aussi des bénéfices indirects, des bénéfices partiels, par exemple la formation d'une langue scientifique, car je suis convaincu qu'on ne peut enseigner la science que dans la langue nationale, c'est-à-dire dans la langue que les gens utilisent dans leur vie quotidienne, la langue vivante de la société. On a besoin de développer les langues scientifiques, et, à mon sens, l'histoire des sciences, surtout dans les pays héritiers d'une ancienne tradition scientifique, peut parfaitement participer à la modernisation de la langue scientifique.