

Al-Samarqandī. Un précurseur de l'analyse des controverses scientifiques

Dominique Raynaud

(Université de Grenoble, GEMASS CNRS UMR 8598, Paris.)

Abstract :

Despite the enthusiasm generated by social constructionism in the study of scientific debates, this contribution shows that – down to their praxeological dimension – the study of scientific controversies can benefit from sources ignored in today sociological literature. The contribution discloses these sources from the works of Shams al-Dīn al-Samarqandī (c. 1250–c. 1302), who is the first author to have offered etiquettes of investigation and debate (*ādāb al-baḥth wa-al-munāzara*). Consequences are drawn towards constructivist epistemology. □

ملخص :

رغم الحماسة التي تثيرها النزعة التركيبية الاجتماعية في إطار دراسة النقاشات العلمية سيسعى هذا العمل إلى بيان كيف أن دراسة الخصومات العلمية يمكن لها أن تستفيد في مستواها العملي من إسهامات وقع التغافل عنها في صلب الأدبيات الاجتماعية المعاصرة. يقوم هذا العمل بمحاولة الكشف عن هذه الإسهامات بالاستناد إلى آثار شمس الدين السمرقندي (1250 هـ/1305 م)، الذي يعتبر أول من اقترح وضع قواعد للحوار العلمي (أدب البحث والمناظرة). وسنقوم باستخلاص بعض النتائج بخصوص الاستيمولوجيا التركيبية.

Résumé :

En dépit de l'engouement suscité par le constructivisme dans l'étude des controverses scientifiques, cette contribution montre que – jusque dans leur dimension praxéologique – l'étude des débats scientifiques peut bénéficier d'apports ignorés de la littérature sociologique contemporaine. La contribution révèle ces sources en prenant appui sur l'oeuvre de Shams al-Dīn al-Samarqandī (c. 1250–c. 1302), premier auteur à avoir proposé des règles du débat scientifique (*ādāb al-baḥth wa-al-munāzara*). Nous en tirons les conséquences pour l'épistémologie constructiviste.

INTRODUCTION

Du point de vue épistémologique, l'activité scientifique consiste à résoudre des énigmes au moyen de théories qui sont acceptées si elles sont accréditées par des preuves empiriques et rationnelles. Une sociologie des sciences sensible aux leçons de l'épistémologie devrait donc s'intéresser à la composante probatoire de l'activité scientifique. Or, dès qu'on envisage de doubler la description logiciste par une description sociologique, une asymétrie apparaît. En effet, pour beaucoup d'auteurs contemporains, les connaissances scientifiques ne présentent aucune particularité vis-à-vis des croyances ordinaires. L'«ordinarisme» est l'une des thèses centrales du *social constructionism*.

Comme ce courant admet plusieurs variantes, nous nous abstenons de nous y référer dans son ensemble pour examiner une seule de ses thèses: celle de la « négociation de la vérité ».¹

En soutenant cette thèse, les sociologues constructivistes se mettent en porte-à-faux vis-à-vis de l'épistémologie qui prétend que les hypothèses sont départagées par les tests expérimentaux et la critique rationnelle, fondement même de la structure normative de la science. Du point de vue épistémologique, en effet, ni les hypothèses, ni les preuves rationnelles qui les accréditent ne peuvent faire l'objet d'une négociation.

Cet article se propose de réduire la dissonance entre les conceptions sociologique et épistémologique de la vérité en étudiant le cas des controverses scientifiques, souvent privilégiées par la nouvelle sociologie des sciences qui parle d'une « entrée royale par les controverses » (Latour et Callon 1991: 26). La raison de ce privilège tient au fait que les controverses semblent offrir les meilleures garanties de succès pour qui veut prouver que la science est faite de négociation et de persuasion. En effet, pendant toute la durée de la controverse, la vérité est suspendue et remplacée par des échanges d'arguments au statut incertain. Il serait alors aisé de montrer les hésitations et les incertitudes qui jalonnent le processus de construction des connaissances scientifiques.

La sociologie des sciences constructiviste met souvent en avant le «Grand Partage» pour critiquer la différence entre rationalité et irrationalité. Ce modèle est généralement présenté sur une carte du monde bicolore où l'Europe, les États-Unis et le Canada sont coloriés en noir : le reste du monde, en blanc. Du fait même de la concentration de la science dans les pays occidentaux, les pays producteurs de « connaissances scientifiques » seraient minoritaires par rapport aux producteurs de « croyances locales ». Ainsi, les connaissances universelles seraient contextuelles; les connaissances contextuelles, universelles. Bien que cette carte soulève de nombreuses questions — son fondement n'a jamais été clairement explicité, puisqu'elle est censée être dessinée par d'autres — il s'agira ici de suivre la thèse aussi loin que possible, en se demandant si des producteurs de « croyances locales » ont laissé des écrits sur les controverses scientifiques,

¹ Cette thèse est soutenue, entre autres, par Collins (1981), Lynch (1985), Latour et Woolgar (1988), MacKenzie (1993), Knorr-Cetina (1995) et Restivo (2005).

thème de prédilection de l'épistémologie constructiviste. L'exposé de ces écrits sera pris comme point d'appui pour interroger la thèse de la « négociation de la vérité » portée par le constructivisme contemporain.

Le choix se portera sur la théorie de la dispute savante, *Risāla fī ādāb al-baḥṭh*, élaborée par le mathématicien astronome Shams al-Dīn al-Samarqandī (c. 1250–c. 1302). Samarqandī n'est certes pas le seul à avoir contribué à une « épistémologie interne » des controverses scientifiques. Leibniz (1646-1716), impliqué lui aussi dans diverses polémiques avec Descartes, Newton, Jean Bernoulli, Papin ou Stahl, a laissé des notes sur l'art des controverses. Mais le cas de Samarqandī est intéressant, d'abord parce que les idées de Leibniz sur les controverses sont désormais connues grâce aux travaux de Marcelo Dascal et al. (2006), ensuite parce que Samarqandī jouit de priorité, étant le tout premier auteur à avoir proposé une théorie de la dispute scientifique.

Cette contribution se compose de trois parties. Dans la première partie, nous exposons le modèle politique de négociation de la vérité qui fonde l'approche contemporaine des controverses scientifiques. Dans la deuxième partie, nous exposons la théorie de la dispute savante de Shams al-Dīn al-Samarqandī (c. 1250–c. 1302) et le modèle juridique qui la fonde. Dans la troisième partie, nous confrontons le modèle politique au modèle juridique d'al-Samarqandī de manière à mesurer l'écart entre les deux conceptions.

Par cette comparaison, cet article souhaite proposer une alternative à la façon courante d'écrire l'histoire des controverses scientifiques, en signalant l'existence d'une théorie native robuste qui, ne devant rien à l'idée d'une négociation de la vérité, permet d'envisager un continuum entre épistémologie et sociologie des sciences au lieu d'opposer ces deux types de description de l'activité scientifique.

1. LA SOCIOLOGIE DES CONTROVERSES SCIENTIFIQUES

La sociologie des sciences contemporaine fournit un cadre d'étude des controverses scientifiques. Ils se déclinent en plusieurs programmes. Dans le cadre du programme fort (Bloor 1976), le sociologue doit expliquer les connaissances en déterminant causalement les énoncés scientifiques par l'état de la société. Pour le programme empirique du relativisme, le sociologue doit expliquer la stabilisation des énoncés scientifiques par l'influence exercée par les structures sociopolitiques, non pas directement sur les contenus scientifiques, mais sur les procédures de limitation de la flexibilité interprétative (Collins 1981). Dans la théorie de l'acteur-réseau, la stabilisation des énoncés relèverait d'une lutte entre les réseaux mobilisés par les hypothèses concurrentes, laquelle tournerait toujours à l'avantage du réseau le plus long et le plus puissant (Latour et Callon 1991).²

Partant de l'un ou l'autre de ces programmes (programme fort, programme empirique du relativisme, théorie de l'acteur-réseau), la sociologie a exploré un large spectre d'intérêts sous-jacents à la connaissance scientifique. L'un des facteurs les plus étudiés a trait à la dimension politique de l'activité scientifique. C'est de là que provient la thèse anti-différenciationniste de la

² Même si la théorie de l'acteur-réseau nie parfois le fait au nom du principe de symétrie généralisée, la dépendance des connaissances vis-à-vis de facteurs sociaux n'est pas absente des études de cas, par exemple lorsque Latour (1989) écrit, à propos de la controverse sur la génération spontanée, que « Pouchet refuse les commissions parce qu'il les trouve chargées idéologiquement et politiquement ». Quelques pages plus loin l'auteur décrit encore les positions conservatrices de Pasteur en évoquant une « idéologie de taille gigantesque ».

négociation de la vérité, selon laquelle le scientifique, ne disposant jamais de preuves définitives, ferait prévaloir sa croyance en usant de son pouvoir ou en négociant des compromis avec ses pairs. Le chercheur procéderait avec les mêmes armes que l'homme politique dans le champ de l'action publique. La théorie de l'acteur-réseau est donc débitrice d'un modèle politique de la *négociation de la vérité*.

Le modèle politique est central, d'abord parce que la clôture des controverses est interprétée comme relevant d'une asymétrie entre les vainqueurs et les vaincus, dans laquelle les acteurs l'emportent non pas parce qu'ils ont raison, mais parce qu'ils bénéficient d'appuis et de soutiens plus nombreux: « Il n'existe pas de grand partage entre les esprits, mais seulement des réseaux plus longs ou plus courts que d'autres » (Latour 1989, 428). Le modèle politique est central, ensuite, parce que les négociations auxquelles sont censés se livrer les scientifiques sont directement rapportées au paradigme de l'homme politique (Latour et Woolgar 1988, 253, 261).

D'autres travaux, pareillement inspirés par le constructivisme, font référence à l'univers politique pour justifier le fonctionnement de l'activité scientifique, par exemple Shapin et Schaffer (1993, 342) ou Karin Knorr-Cetina: « No interesting epistemological difference could be identified between the pursuit of truth and the pursuit of power » (1995: 151).

Berthelot (2008) a proposé une sociologie des sciences essayant de réinsérer l'idée de vérité dans le processus de production des connaissances scientifiques. Sa thèse se résume à cinq axiomes, dont le troisième est celui de la différenciation des sphères d'activité. Quoique fort éloigné des positions constructivistes décrites plus haut, l'auteur concède également une place au modèle politique en écrivant que « la sphère scientifique se différencie par l'introduction de critères d'acceptation issus de la sphère politique » (2008, 209). Cette idée est tirée des travaux de l'historien des sciences grecques Geoffrey E. Lloyd. Revenons aux sources. Dans le texte cité, cette position est une incidente :

Les intellectuels chinois n'entreprennent pas automatiquement de saper les opinions de leurs rivaux en démolissant leurs idées épistémologiques et méthodologiques [comme le font les Grecs...] La polémique grecque se modèle très souvent sur les *tribunaux de justice* ou les assemblées politiques. En revanche, les conseillers chinois prennent plutôt comme modèle une situation où il s'agit de persuader le personnage dont l'opinion compte le plus, c'est-à-dire l'empereur. (Lloyd 2003, 55, mes italiques).

Geoffrey E. Lloyd signale ici un point passé inaperçu. Le modèle politique n'est pas le seul à fonder les disputes savantes. Celles-ci se construisent aussi en référence aux tribunaux de justice. Que le déroulement d'un procès, avec sa recherche des preuves et de la vérité, puisse servir de modèle à la discussion scientifique n'est pas en soi une découverte. Il est en revanche plus surprenant que cette filiation n'ait jamais été discutée par les spécialistes de l'étude des sciences. On peut donc se demander si le succès de la thèse de la négociation de la vérité n'a pas eu pour effet d'occulter des modèles alternatifs qui pourraient être utilisés dans l'analyse sociologique des controverses scientifiques.

2. LA THÉORIE DE LA DISPUTE SAVANTE DE SAMARQANDĪ

Le savant persan Shams al-Dīn al-Samarqandī (c. 1250 – c. 1302) est connu pour des travaux en logique, mathématique et astronomie. On lui doit en particulier *Tadhkira fī 'ilm al-hay'a* (*Synopsis de l'astronomie mathématique*) et un catalogue d'étoiles *'Amāl al-taqwīm li-al-kawakīb al-thābita* (*Construction du calendrier des étoiles fixes*) datant de l'année 1276-77. Sa contribution scientifique comprend aussi le *Kitāb ashkal al-ta'sīs* (*Livre des théorèmes fondamentaux*), un commentaire de 35 propositions-clefs des *Eléments* d'Euclide (Dilgan 1960, 1975; Rozenfeld et Yushkevich 1961; Suwaysī 1984, De Young 2001, Fazlhoğlu 2007).

Al-Samarqandī est l'inventeur d'une discipline nouvelle traitant des règles de procédure à suivre lors d'une controverse savante. Il dit avoir rédigé quatre traités sur cette question, dont trois nous sont parvenus: la *Risāla fī ādāb al-baḥth* (*Épître sur les règles de l'enquête*), le *Qusṭās al-afkār* (*La Pesée des idées*) et *al-Mu' taqadāt* (*Les Convictions*). Seul le dernier texte, *al-Anwār* (*Les Lumières*), n'a pas été retrouvé.³

Vers 1268, al-Samarqandī a été l'élève du juriste Burhān al-Dīn Muḥammad ibn Muḥammad al-Nasafī (m. 1288). La *Risāla* est antérieure au *Qusṭās*. Le *Qusṭās* est antérieur à 1291, date du premier manuscrit connu. *Qusṭās*, *al-Mu' taqadāt* et *al-Anwār* sont antérieurs au *Sharḥ al-muqaddima al-Burhāniyya* dans lequel ils sont cités. Tous les traités de al-Samarqandī sur l'art de la dispute savante ont donc été composés dans l'intervalle 1268-1302. La date précoce de composition du *Calendrier des étoiles fixes* (1276-1277) suggère fortement que ses traités sur l'art de la dispute sont postérieurs à ses travaux scientifiques, mais rien pour l'instant ne permet d'exclure qu'ils aient été écrits avant ou en parallèle à ceux-là.

1. Intérêt de Samarqandī pour les controverses

Il peut sembler paradoxal que Samarqandī ait rédigé quatre essais orientés par une conception juridique de la dispute savante, alors que, dans sa classification des sciences, le droit est surclassé par les sciences exactes, comme la logique, l'astronomie et les mathématiques. Pourquoi s'est-il intéressé d'aussi près à cette discipline? Samarqandī a-t-il été confronté à des polémiques qui l'auraient conduit à rechercher dans la dialectique juridique une réponse aux questions qu'il se posait sur la façon de conclure une dispute ?

Les mathématiques et l'astronomie ont fait l'objet de polémiques régulières dans le monde arabe à partir du IXe siècle. Il y eut d'après controverses sur la trisection de l'angle, la duplication du cube, l'inscription de l'heptagone régulier dans le cercle. Le savant al-Bīrūnī témoigne lui-même de disputes sur l'établissement du théorème des sinus (Debarnot, 1985). Certains de ces débats furent célèbres, comme celui qui opposa Abū al-Jūd, Ibn Sahl et al-Sijzī sur l'inscription de l'heptagone régulier dans le cercle au moyen des sections coniques (Hogendijk 1984; Rashed

³ Les manuscrits connus sont les suivants: 1. *Risāla al-samarqandīyya fī ādāb al-baḥth*, *Istanbul, Süleymaniye kütüphanesi, MS. Ayasofya 4437; Süleymaniye, MS. Aşir Efendi 467; Paris, BnF, MS Arabe 4378 [*Désormais *Risāla*]. — 2. *Qusṭās al-afkār*, *Istanbul, Topkapı, MS. Ahmet III 3399 [*Désormais *Qusṭās*]. — 3. *Sharḥ al-muqaddima al-Burhāniyya*, *Dublin, MS. Chester Beatty 4396; Le Caire, Dār al-kutub al-Misriyya, MS. Fiqh Taimūr 438 [*Désormais *Sharḥ*]. 4. *Mu' taqadāt*, *Medine, Bibliothèque 'Ārif Hikmat, MS. Majāmi' 206 [*Désormais *Mu' taqadāt*]. Cette contribution n'ayant pas d'ambition philologique, nous nous contenterons de citer le texte de la *Risāla* selon la transcription de Karabela (2010) ou la traduction de Miller (1984).

1999, 647-898) de même que les dix-huit *Questions et Réponses* de physique, d'astronomie et de cosmologie que s'échangèrent al-Bīrūnī, Ibn Sīnā et son disciple Abū Sa'īd al-Ma'šūmī (Berjak et Iqbāl 2003). Samarqandī n'ignorait pas l'existence de ces polémiques.

Mais Samarqandī paraît avoir été lui-même impliqué dans des controverses scientifiques. En examinant les 35 propositions des *Eléments* d'Euclide, Samarqandī n'hésite pas à critiquer Ibn al-Haytham, 'Umar Khayyām et deux de ses contemporains: Athīr al-Dīn al-Abharī (m. 1265) et Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī (1201-1274), qui soutenaient des thèses adverses sur le fondement des propositions examinées. Le *Kitāb ashkal al-ta'sīs* de Samarqandī a donc des allures de dispute mathématique. Il est vraisemblable que la fréquence des controverses scientifiques durant l'âge d'or des sciences arabes, de même que la participation de Samarqandī à certaines d'entre elles, ont été un aiguillon des recherches philosophico-juridiques qu'il a entreprises sur ce sujet.

Selon Samarqandī, la théorie de la dispute savante est applicable à toute discussion entre deux parties, dès lors qu'elles sont en *désaccord* et que le débat porte sur une question dans laquelle on peut parvenir à la *vérité*. Toutes les sciences peuvent donc tirer parti de sa théorie des controverses, en particulier la philosophie, la logique, l'astronomie et les mathématiques (*Quṣṭās*, fol. 59a; Miller 1984, 206).

2. Le modèle juridique de Samarqandī

L'apport central de Samarqandī est d'avoir redéfini le débat contradictoire, tel qu'il était connu de ses prédécesseurs, comme « discussion entre deux parties en vue de révéler la vérité; si elle n'a pas pour but de révéler la vérité, c'est de la dialectique (*mujādala*) » (*Sharḥ al-muqaddima al-Burhāniyya*, fol. 40b-41b; Karabela 2010, 125). Par cette redéfinition, Samarqandī sépare les règles de la dispute scientifique (*ādāb al-baḥṭh*) des règles de la dialectique (*ādāb al-jadal*), l'exigence de vérité opérant comme critère de démarcation. On peut reconnaître que Samarqandī a « logicié » la dialectique arabe traditionnelle (Rescher 1964, 209).

Mais ce geste de rupture laisse immédiatement deviner les sources que Shams al-Dīn al-Samarqandī a utilisées pour concevoir sa théorie.

La première source du *ādāb al-baḥṭh* est Aristote qui définit les principes de la joute oratoire au Livre VIII des *Topiques* (Moraux 1968). De même, les quatre questions fondamentales du débat, reproduites par tous les philosophes arabes, ont une origine aristotélicienne: « Il y a quatre choses que nous recherchons: l'une est (1) ce qui existe, l'autre est (2) pourquoi, (3) si c'est, et (4) ce que c'est » (*Seconds Analytiques*, 89b23 sq). Ces textes étaient bien connus dans le monde arabe. La dialectique arabe s'est autonomisée quand elle a été appliquée à différentes sphères d'activité comme la théologie, le droit et la philosophie. Les théoriciens arabes se sont alors intéressés à la façon dont un débat commence et finit et aux manières de conduire le débat, alors qu'Aristote ne dit rien à ce sujet (cf. Aristote, *Topiques*, Livre VIII). Fārābī (c.872-950) décrit ainsi la façon dont Q obtient la thèse et les prémisses de R, comment il peut les réfuter, comment R peut interroger la forme du syllogisme de Q. Selon le cas, c'est Q ou R qui produit l'*elenchus* (al-Fārābī, *Kitāb al-jadal*; Miller 1984, 78-80).

On peut toutefois constater que les sources philosophiques de Samarqandī sont éclipsées par les sources juridiques, en raison du développement et de l'évolution propres de la dialectique dans le monde arabe. La dialectique s'y est en effet émancipée de ses sources grecques lorsqu'elle a été appliquée au droit (*uṣūl al-fiqh*) et à la jurisprudence (*furū'*). Les principaux auteurs de ce courant sont al-Bāḥī (1013-1081), al-Shīrāzī (m. 1083), al-Juwaynī (1028-1085) et Ibn 'Aqīl (1140-1119). Cette émancipation est rendue visible par le remplacement du syntagme *ādāb al-jadal* (règles de la dialectique) par celui de *ādāb al-khilāf* (règles de la controverse). De nouvelles questions sont alors venues compléter les quatre questions fondamentales du débat, par exemple: comment le répondant peut-il échapper à la réfutation? (al-Juwaynī).

La théorie du *jadal* s'est également étoffée de chapitres inédits lorsqu'elle a été appliquée au droit. Voyons-en un exemple. Le juriste mālikite Abū al-Wālid al-Bāḥī (m. 1081) a distingué trois grands types d'objection que peut adresser le discutant d'une thèse: la requête (*muṭalaba*), l'objection proprement dite (*ī' tirād*), la contre-objection (*mu' araḍa*). Les auteurs ultérieurs en ont ajouté d'autres. Si bien que, au temps de Samarqandī, le contradicteur disposait en tout d'une dizaine de stratégies différentes pour attaquer un adversaire. En voici la liste:

1. *Requête (muṭalaba)*. La requête est une demande de Q d'explication ou de vérification de la preuve de R.
2. *Objection (ī' tirād)*. L'objection de Q doit toucher le cœur de la preuve.
3. *Contre-objection (mu' araḍa)*. La contre-objection consiste, pour R, à opposer à l'objection de Q une objection de plus grande force.
4. *Interdiction (mumāna' a, man')*. Le désaccord porte sur une caractéristique propre du cas étudié qui interdit l'application du raisonnement.
5. *Construction défailante (fasād al-waḍ')*. Il y a fausse construction dès lors que l'argumentation de R contient une faille logique.
6. *Raison sans effet ('adam al-ta' thīr)*. Q objecte que R relie une cause à un principe selon une relation qui n'est pas apparente.
7. *Conclusion incompatible (qalb)*. Q peut accepter la démonstration de R, mais en tirer une conclusion différente de R.
8. *Incohérence (naqḍ ou munāqaḍa)*. Il y a incohérence si la cause avancée n'est pas valide ou si le raisonnement est auto-contradictoire.
9. *Validité limitée (al-qawl bi-mūjib al-' illa)*. Q peut objecter que le principe invoqué par R, quoique valide en soi, ne s'applique pas au cas examiné.
10. *Distinction (farq)*. Q peut introduire une distinction si le cas principal ou le cas examiné lui semblent relever de principes différents (Miller 1984, 109-134).

Ni Aristote, ni les dialecticiens arabes ne disposaient d'une table aussi complète de stratégies. Par conséquent le genre, dont Samarqandī propose la synthèse et la refonte, n'est pas le *ādab al-jadal* (règles de la dialectique), mais le *ādab al-khilāf* (règles de la controverse), ensemble de règles de débat qui n'ont été développées dans le monde arabe qu'au contact du droit (*uṣūl al-fiqh*) et de la jurisprudence (*furū'*). Cette origine juridique apparaît clairement quand Samarqandī justifie l'autonomisation des règles du débat en disant que « le *khilāf* de son temps n'en a plus besoin » (*Qustās*, fol. 59a; Miller 1984, 200).

Pourquoi, dans ses travaux sur les controverses, Samarqandī s'est-il inspiré de ce modèle juridique au lieu d'invoquer les facultés plus générales de négociation (*muṣāwada*, *mubāḥatha*, *musāwama*) qui ne sont pas moins développées dans le monde arabe que dans le monde latin? Cela s'explique par certaines particularités que nous allons exposer en rapprochant le modèle juridique de Samarqandī du modèle politique de la négociation de la vérité.

3. DEUX MODÈLES ANTINOMIQUES DES CONTROVERSES

La *Risāla fī ādāb al-baḥth* (*Épître sur les règles de l'enquête*) de Samarqandī se compose de trois grandes parties: 1° Définition des termes techniques tels que débat (*munāzara*), preuve (*dalīl*), objection (*man'*), etc. 2° Exposé de l'ordre de la discussion (*tartīb al-baḥth*), qui aborde des questions telles que: qu'est-ce qu'une objection valide? comment déterminer la fin d'une controverse? 3° Application de ces règles à divers problèmes de philosophie sélectionnés par al-Samarqandī. Chacune de ces parties contient des éléments qui peuvent être rapprochés du modèle contemporain utilisé dans l'analyse des controverses scientifiques.

1. Ordre du débat

Le constructivisme n'observe, ni ne fixe, aucune règle quant à l'ordre des arguments qui sont échangés dans une controverse scientifique. Selon les tenants de cette approche, l'absence de règles éthiques encadrant le débat explique pourquoi les négociations entreprises par les chercheurs ont un caractère opportuniste (Latour et Woolgar 1988: 261). Au contraire, dans la dialectique arabe, qu'elle soit philosophique (*jadal*) ou juridique (*khilāf*), toute controverse est une discussion normée. Une controverse scientifique est un débat contradictoire (*al-munāzara*), dans lequel s'affrontent deux discutants au statut bien défini: le questionnant Q (*sa' il, opponens*) et le répondant R (*mujīb, respondens*). Le débat contradictoire est également normé par le fait qu'il se doit d'aborder tour à tour quatre questions (al-Maqdisī, *al-Bad'*, 50, trad. fr. 46):

1. L'opinion de R (*mā' iyat al-madhhab*);
2. La preuve (*dalīl*) de l'opinion de R;
3. La cause (*al-'illa*) ou raison nécessaire (*al-sabab al-mūjīb*) de R;
4. La vérification de la cause (*taṣḥīḥ al-'illa*) de R. ⁴

⁴ Une clarification a été proposée ultérieurement par le karaïte al-Qirqisānī, qui sépare les questions en deux groupes. Pendant les étapes 1-2 du débat, Q obtient des informations de R; durant les étapes 3-4, il tente de réfuter la thèse de R (Vajda 1963; Miller 1984, 21-22).

Samarqandī va plus loin en envisageant la structure argumentative qui peut être mobilisée, et l'ordre même dans lequel les adversaires doivent prendre la parole durant le débat. La *Risala fi ādāb al-baḥṭh* et le *Qusṭās* donnent le même exposé sur le tour de parole.

Voici un extrait du *Qusṭās* :

(1) Quand P commence le débat, avant même d'établir la démonstration de son assertion (*mā idda' ahn*), il lui revient (a) d'expliquer quel est l'objet de sa recherche (*tahṛīr al-mabaḥṭh*) et (b) d'établir (*taqrīr*) les opinions et les croyances, de sorte que le point en débat (*ṣurat al-niẓā'*) soit parfaitement clair.

(2) Q peut maintenant demander une vérification de l'attribution (*taṣḥīḥ al-naql*) des opinions et des croyances; car souvent des failles apparaissent dans un débat, parce que P argumente sur la base d'une opinion qui n'est pas celle de son adversaire ou utilise des prémisses acceptées par une personne comme si elles étaient acceptées par son adversaire réel. Cela conduit au hasard dans le débat (*ḵhabṭ*).

(3) Quand P commence à établir la démonstration de sa thèse, alors Q peut soit (i) contester, soit (ii) ne pas contester. S'il n'objecte pas, alors les choses sont claires. S'il objecte, il peut le faire soit (a) avant que P ait fini d'apporter la preuve ou (b) après. S'il le fait avant (a), alors Q peut protester purement et simplement (*yaqtaṣiru 'alā mujarrad al-man'*) ou non. Si non, il peut invoquer une pièce (*mustanad*) à l'appui de l'objection ou non...

(4) Mais si (b) Q objecte après que P ait fini d'apporter sa preuve, il peut soit consentir à la preuve ou non... S'il accepte la preuve, alors il doit rejeter le fait qu'elle établisse le sens (*al-madlūl*) visé par P, en se basant lui-même sur d'autres preuves ou non... Toutes ces recommandations s'adressent à Q.

(5) En ce qui concerne P, il doit parer toute objection en apportant des preuves (*dalīl*) ou en prévenant Q que telle chose est connue a priori (*tanbīh*)...

(6) Le débat se poursuit jusqu'à ce que P soit réduit au silence (*ijhām*) ou jusqu'à ce que Q soit contraint d'accepter l'argument (*ilzām*) de P. (*Qusṭās*, fol. 59b; Miller 1984, 210-211).

Comme il est difficile de suivre ce raisonnement, qui constitue en fait une arborescence, je présente à la suite un arbre dichotomique (partiel) correspondant aux réponses que Q peut adresser à P.

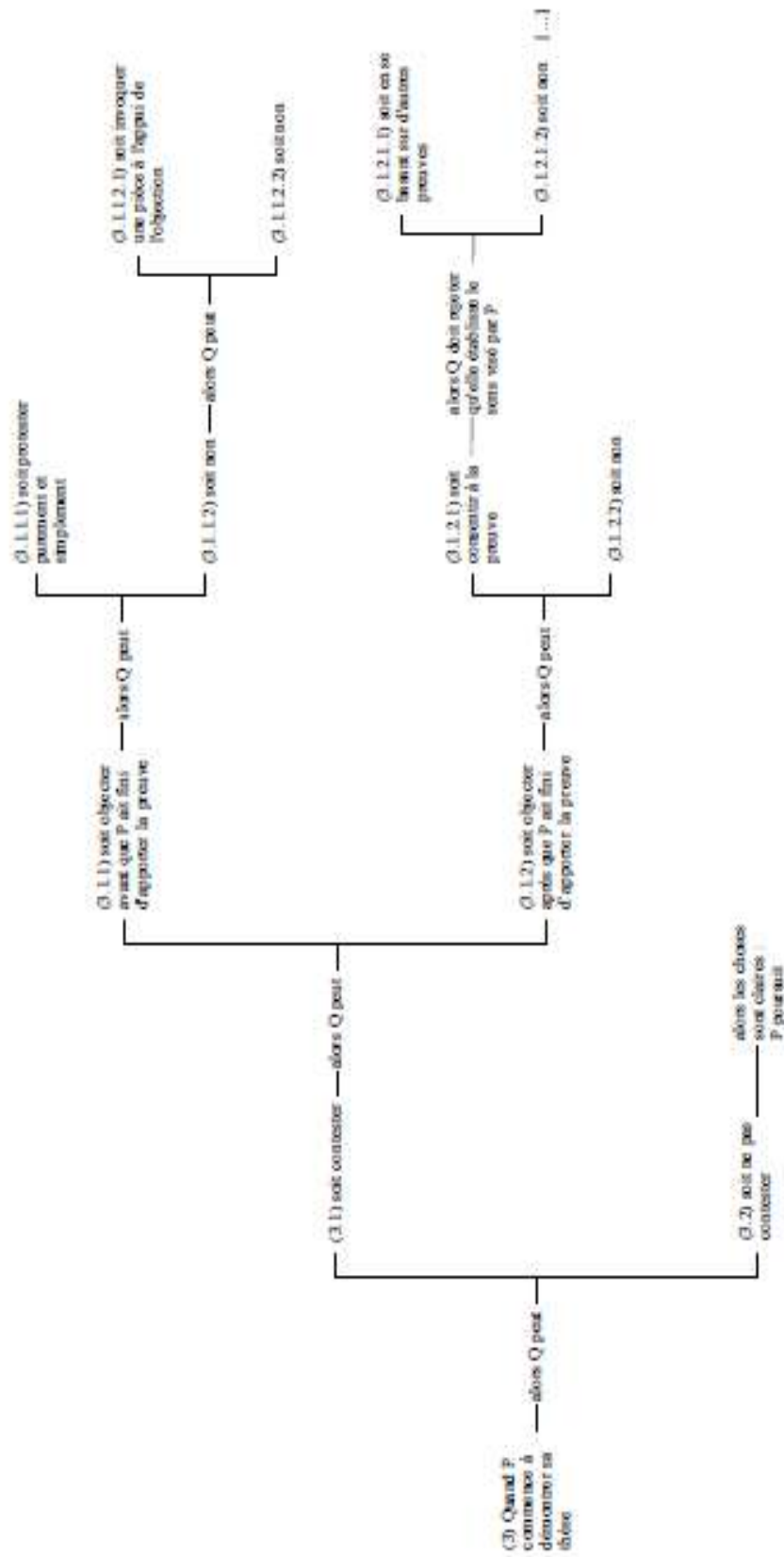


Tableau 1. Partie de l'arbre dichotomique des réponses de Q

En résumé, les règles énoncées par Samarqandī visent à préserver l'unité du débat, soit en veillant à sa complétude (demande d'éclaircissements ou de preuves complémentaires), soit en limitant sa dispersion (rejet des digressions).

2. Armes du discutant

Le constructivisme ne détecte aucune régularité dans les arguments qui sont échangés au cours des négociations. Leur réussite et par conséquent la force des théories qu'ils défendent, dépendent entièrement de leur capacité de persuasion (Latour et Woolgar 1988, 65). La dialectique arabe se sépare de cette description dans laquelle l'issue du débat dépend uniquement de la capacité opportuniste des chercheurs à persuader leurs interlocuteurs. Par comparaison, la théorie arabe paraît animée par un souci de codification des arguments qui peuvent intervenir dans une controverse. Les traités de *jadal* et de *ādāb al-khilāf* avaient déjà énuméré un certain nombre de stratégies d'attaque utilisables par l'opposant. Dans la *Risāla*, Samarqandī fait la synthèse de ces apports et propose une classification empirique des ressources du discutant (Miller 1984, 234):

1. Contradiction (*munāqada*): Q attaque une prémisse de R qui est fautive, et réfute ainsi la conclusion qui en est tirée;
2. Contre-objection (*mu'āraḍa*): Q développe une démonstration parallèle, qui est contraire à celle de R;
3. Incohérence (*naqd*): Q objecte que la démonstration suivie de R n'a pas de légitimité, i.e. de qualité légale (*ḥukm*), dans le cas étudié;
4. Document extérieur (*mustanad*): Q réfute le raisonnement de R et produit un document extérieur fondant son objection.

Samarqandī met ainsi de l'ordre dans l'énumération empirique et réduit les stratégies utilisables à quatre types logiques. Ces quatre types se ramènent aisément aux deux conceptions classiques de la vérité: la conception correspondantiste (1, 4) et la conception cohérentiste (2, 3). L'un des aspects centraux de la théorie de Samarqandī est qu'elle préserve la dimension rationnelle de l'activité scientifique effacée par le constructivisme. Selon l'*ādāb al-baḥth*, la pratique de la science est plus proche des salles d'audience, où le *travail collectif et contradictoire* des parties entend *établir la vérité* sur la base de preuves tangibles, que des couloirs du palais où se *négoient des compromis*. La comparaison de ces modèles montre de surcroît que la négociation n'a pas vocation à embrasser la totalité des interactions sociales. La science est un domaine sur lequel elle n'a guère de prise.

3. Règlement des controverses

Dans la sociologie des sciences contemporaine, le terme « règlement » recouvre deux réalités assez différentes: la résolution, si la controverse parvient à son terme par un développement interne; la clôture, si des facteurs extérieurs sont responsables de son achèvement. Engelhardt et Caplan (1987) distinguent cinq modes principaux de règlement: 1° *par perte d'intérêt*: l'opposition

disparaît parce que les acteurs se lassent de débattre; 2° *par la force*: des ressources extérieures sont mobilisées par les acteurs pour clôturer le débat; 3° *par consensus*: les acteurs se mettent d'accord sur une opinion sans validité scientifique dont l'adoption traduit le fait qu'une croyance s'est substituée à la vérité; 4° *par un argument fondé*: les acteurs tombent d'accord sur la base de critères scientifiques, *stricto sensu* si l'inférence n'est soumise à l'influence d'aucun facteur culturel, *lato sensu* dans le cas contraire; 5° *par la négociation*: si le règlement ne correspond à aucun des modes précédents. Les acteurs adoptent alors une solution de compromis. De ces cinq modes, seul le quatrième envisage la possibilité d'un règlement rationnel d'une controverse.

Le constructivisme simplifie cette analyse, en ramenant ces types de règlement des controverses au type 2, jugé prépondérant: dans une controverse, gagne celui qui dispose du réseau le plus long et le plus puissant. Cette simplification a pour effet de faire disparaître la possibilité d'une résolution rationnelle du débat.

Ici encore, la théorie arabe se signale encore par son originalité. Les auteurs de *ādāb al-jadal* (règles de la dialectique) et de *ādāb al-khilāf* (règles des controverses) ont développé un chapitre inédit touchant aux signes de défaite (*dalā' il al-inqitā'*). Ces signes indiquent à quel instant et qui, de Q ou de R, sort perdant ou victorieux de la dispute. La codification des signes de défaite différant légèrement d'un auteur à l'autre, il paraît adéquat d'en présenter la liste accompagnée des noms des auteurs qui les ont mentionnés. On trouvera côte-à-côte les auteurs de *jadal*, comme al-Ash'arī (874-936; noté A) ou al-Maqdisī (1160-1223; noté M) et les auteurs de *khilāf*, comme al-Baghdādī (1002-1071; noté B) ou al-Juwaynī (1028-1085; noté J) (Miller 1984, 39-40, 139-141). La défaite d'un des adversaires est reconnue par les signes suivants, présentés du plus consensuel au moins consensuel:

1. Incohérence (*naqḍ, munāqaḍa*) (A, M, B, J). La défaite est manifeste si Q parvient à montrer que le raisonnement de R est incohérent, i.e. si la conclusion n'est pas proportionnée aux prémisses, ou si elle est auto-contradictoire.
2. *Reductio ad absurdum* (*qiyāsu al-khilfā*) (A, M, B, J). Q peut montrer que la thèse de R est fautive parce qu'elle conduit logiquement à une conséquence absurde.
3. Silence (*ṣamt*) (A, M, B). Il est surprenant de trouver le silence comme signe de défaite à part entière puisque toute stratégie argumentative vise à réduire l'adversaire au silence, cf. la formule latine *cedat tempus!*
4. Distinction (*farq*) (A, B, J). R est mis en échec si Q parvient à montrer que R n'a pas pratiqué une distinction qui s'avère nécessaire dans son raisonnement.
5. Incapacité (*al-sukūt ill-'ajz*) (A, M). R est également vaincu s'il est incapable de répondre à la question que lui pose Q. Il s'agit d'une variante de la réduction au silence exposée précédemment.
6. Digression (*intiḳāl*) (A, M). La digression est un signe d'échec de R, car elle rompt la continuité du raisonnement (faute logique).

7. Commensurabilité (*al-tanāsub*) (A, M). R est en échec s'il n'y a pas de comparaison possible entre le cas examiné et le cas-type du raisonnement de R.
8. Déviation (*al-ḡbirāf*) (A). R perd s'il répond à une question différente de celle qui lui a été posée. Q n'a plus qu'à constater la rupture logique.
9. Appel à l'auditoire (*nida' ilā al-jamābir*) (M). R est perdant s'il en appelle à l'auditoire; cela signifie qu'il n'a plus d'argument rationnel à avancer.
10. Entêtement (*mukābara*) (M). R est également battu s'il répète sa thèse et refuse d'admettre les objections (valides) qui lui ont été adressées.

Cette classification est du plus haut intérêt pour l'étude des controverses scientifiques. Pour les discutants, les signes de défaite sont des *normes sociales rationnelles* qui guident la façon de se comporter dans le débat contradictoire (Vajda 1963, 7). Si ces normes sont transgressées, le disputant est disqualifié et l'avantage est donné à son adversaire. Pour autant, les normes sociales de la dispute savante ne doivent pas être idéalisées. Si un historien comme al-Tawḥīdī (923-1023) les décrit comme une combinaison de sociabilité et de courtoisie, visant à garantir l'équité (*al-tanaṣuṣ*) entre les parties et à faire disparaître la crainte (*al-taqīyya*) de celui qui s'exprime (al-Tawḥīdī 1970, 21), certains documents rapportent l'existence de duels aux « mauvaises manières » (Stroumsa 1999, 68).

CONCLUSION

Le *ādāb al-baḥṡh* constitue une pierre d'achoppement pour le constructivisme contemporain. Quatre aspects méritent d'être soulignés. 1° La théorie de Samarqandī propose une authentique sociologie de la rationalité. 2° Elle est indifférente à la thèse contemporaine de la négociation de la vérité. 3° Le modèle juridique dont elle s'inspire perçoit la distinction entre le vrai et le faux dans le déroulement même de la discussion. 4° Cette théorie offre une contribution à l'analyse du règlement des controverses. Développons ces points.

1° Souscrire à la théorie native de Samarqandī revient-il à abandonner le cadre de la sociologie des sciences au profit de ce que Piaget appelait une « épistémologie interne »? Il n'en est rien. Un commentateur de Samarqandī, al-Ījī, écrit: « Le sabre et le fer de lance obtiennent ce que la démonstration (*burhān*) ne parvient pas à donner » (*Mawāqif fī 'ilm al-kalām*; Karabela 2010, 42), c'est-à-dire: « Le débat contradictoire produit un résultat que l'activité individuelle ne peut atteindre ». Al-Ījī nous apprend que les activités qui ont trait à la recherche de la vérité sont des *activités collectives*. L'exercice de la rationalité est social quand il se construit dans un rapport à autrui, ce qui est le cas d'une controverse réglée entre deux discutants. Par conséquent, la théorie arabe des controverses contient des aspects sociologiques nets: elle admet la supériorité du débat collectif sur le raisonnement individuel pour atteindre la vérité; elle suppose que l'établissement des connaissances repose sur des activités collaboratives. En cela, la théorie du *ādāb al-baḥṡh* est porteuse d'une authentique sociologie de la rationalité, assez peu remarquée, qui préfigure la position d'auteurs ultérieurs selon laquelle la connaissance objective est le résultat d'une activité critique collective (Bachelard 1972, 241; Popper 1979, 148-149; Berthelot 2008, 203).

2° La théorie de Samarqandī est indifférente à la thèse de la négociation de la vérité et aux objections qu'elle soulève. La thèse que les énoncés scientifiques sont modelés par la négociation n'est convaincante que si la controverse est étudiée dans le temps court. Ce n'est donc pas un hasard si cette thèse est généralement portée par l'ethnométhodologie des laboratoires qui opère dans la très courte durée. Dès que l'activité scientifique est étudiée dans le temps long, le diagnostic se retourne.

La controverse sur les masses atomiques qui a agité la chimie entre 1815 et 1919 en donne une parfaite illustration (Lakatos 1970; Hamerla 2003; Nendick 2007; Brock 2010). En 1815, le chimiste anglais William Prout émet l'hypothèse que les masses atomiques des éléments sont des multiples entiers de celle de l'hydrogène, prise pour unité. Le chimiste belge Jean-Servais Stas déterminera par la suite que plusieurs éléments, comme le carbone, l'oxygène ou le chlore présentent des valeurs non entières. Stas, qui détermine avec précision les valeurs de ces éléments (C=11,97, O=15,96, Cl=35,46) sera l'un des adversaires les plus déterminés de l'hypothèse des multiples entiers. Informés des désaccords croissants sur le sujet, les chimistes se saisiront collectivement de la question. On dénonça « une illusion », on invoqua la « fraude scientifique », mais le débat dura plus d'un siècle (1815-1919) sans que l'on sache qui avait raison. L'opinion majoritaire des chimistes fut très longtemps favorable à la thèse de Prout. Il apparaît en effet que la thèse des multiples de l'unité trouva des alliés nombreux et influents, alors que la thèse contraire parvint à réunir moins de partisans, comme le montre la liste des principaux acteurs de la controverse.

Pro

Prout 1815-1832

Thomson 1818-1825

Phillips 1824

Turner 1825

Henry 1829

Dumas 1828-1843

Penny 1839

Marignac 1842-1846

Erdmann et Marchand 1843

Gerhardt 1845

Maumené 1846

Clarke 1892

Contra

Berzelius 1819

Ure 1821

Turner 1829-1833

Stas 1849-1860

Meyer 1885

Morley 1895

Aston 1919

Rutherford 1911

Moseley 1913

Tableau 2. Le débat sur les masses atomiques (1815-1919).

Les valeurs expérimentales précisément déterminées ne se pliant pas aisément à la thèse des multiples de l'unité, on tenta de ramener les écarts expérimentaux à la moitié (Marignac) puis au quart (Dumas) de la masse atomique de l'hydrogène. Ces hypothèses *ad hoc* furent imaginées de manière à sauver l'hypothèse de Prout. Mais il fallut attendre la découverte des isotopes stables par Aston et Soddy pour que celle-ci donne des signes de faiblesse. L'énigme prend fin en 1919. Aston fait alors intervenir la proportion des différents isotopes dans la nature pour expliquer les valeurs non entières trouvées par Berzelius, Turner et Stas avant lui. Prenons l'exemple le plus caractéristique: le chlore. Sachant que le chlore a deux isotopes principaux ^{35}Cl et ^{37}Cl qui sont dans le rapport 75,8% et 24,2%, on en déduit que la masse molaire du chlore est à peu près égal à $(35 \times 75,8 + 37 \times 24,2) / 100 = 35,48$ point.

Pendant plus d'un siècle, l'hypothèse de Prout a bénéficié du « réseau le plus long et le plus puissant », ce qui n'offre en rien une explication satisfaisante du règlement de la controverse. La théorie de Prout a subitement disparu lorsque les chimistes ont été informés de l'existence des isotopes stables.

Le constructivisme présente donc deux points aveugles: 1) En mettant en relief le thème de la négociation, il occulte cette part capitale du travail du chercheur qui consiste à ajuster les énoncés scientifiques aux structures du monde objectif; 2) En mettant au premier plan le thème du pouvoir et de la persuasion, il ignore que les chercheurs exigent des preuves avant d'accepter une théorie. Preuves et raison sont précisément les principes auxquels la théorie arabe du *ādāb al-baḥṭh* n'a pas renoncé.

3° Si Samarqandī fonde l'art de mener les controverses scientifiques sur l'exemple du droit, il faut en conclure que le modèle de négociation de la vérité n'est pas universel et ne peut donc pas servir de guide méthodologique dans l'étude des controverses scientifiques. Il existe une différence importante entre les deux conceptions. Le modèle politique rend compte de l'instauration de simples « croyances scientifiques » en faisant appel à des ressources communes, telles que les capacités de persuasion et de négociation. Le modèle de Samarqandī rend compte du déroulement des controverses en suivant l'*ordre propre et interne* du débat. Cette approche présente bien des avantages: (1) Le modèle de Samarqandī conserve la distinction entre le vrai et le faux. Mais, loin d'être des catégories métaphysiques surplombantes, le vrai et le faux sont référés à une approche pratique du débat: il y a des voies que Q ou R peut prendre, il y en a qui ne mènent nulle part. Il n'est donc pas exigé de dissoudre la rationalité et de confondre la connaissance objective et les croyances communes; (2) Parce que la théorie de Samarqandī est une sociologie internaliste, elle n'exige pas davantage de peser l'influence de facteurs politiques, économiques, idéologiques, etc. qui pourraient intervenir dans la controverse: (3) Par suite, il

devient possible de rendre compte du succès et de l'échec dans une controverse scientifique en suivant la trame du débat, que des facteurs externes pèsent sur lui (cas fréquent des controverses technologiques) ou non (cas des controverses scientifiques *stricto sensu*).

4° L'étude des signes de défaite par Samarqandī offre une contribution directe à l'analyse du règlement des controverses (Engelhardt et Caplan 1987). En effet, il ne s'agit pas de construire une typologie extérieure des diverses façons possibles dont une controverse se termine mais de voir, *dans l'exercice-même du débat*, les failles qui conduisent à la victoire ou à la défaite d'un des discutants. C'est donc à partir des seules pratiques rationnelles que le règlement de la controverse est étudié et ce, sans que la dimension sociologique du débat soit négligée.

En posant les bases d'une sociologie de la rationalité, en héritant d'un modèle juridique ne niant pas la distinction entre le vrai et le faux, en étudiant le règlement des controverses par les signes de défaite, Samarqandī propose une théorie des controverses scientifiques qui se soustrait aux objections habituellement adressées aux épistémologies constructivistes contemporaines. La sociologie des sciences aurait tout lieu de s'en inspirer.

Références

Aristote (2007). *Topiques*, Livres V-VIII, ed. et trad. J. Brunshwig. Paris: Les Belles Lettres.

Bachelard, G. (1972). *La Formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin.

Berjak, R. et Iqbāl, M. (2003). "Ibn Sīnā–al-Bīrūnī Correspondence, al-As'ilah wa'l-Ajwibah", *Islam and Science* 1: 91-98 et 253-260.

Berthelot, J.-M. (2008). *L'Emprise du vrai*, Paris, PUF.

Bloor, D. (1976). *Knowledge and Social Imagery*, London, Routledge, trad. fr. D. Ebnöter, *Sociologie de la logique ou les limites de l'épistémologie*, Paris, Pandore, 1983.

Brock, W.H. (2010). "The Atomic Debate Revisited", *ACS Symposium Series*, 1044, 59-64.

Collins, H.M. (1981). "Stages in the Empirical Programme of Relativism", *Social Studies of Science* 11: 3-10.

Dascal, M., Racionero, Q. et Cardoso, A. (2006). *Leibniz, Gottfried Wilhelm: The Art of Controversies*. Dordrecht: Springer.

Debarnot, M.-T. (1985). *Kitāb maqālīd 'ilm al-hay'a*. La trigonométrie sphérique chez les arabes de l'est à la fin du Xe siècle. Damas: Institut français de Damas.

De Young, G. (2001). 'The Ashkāl al-Ta'sīs of al-Samarqandī: A Translation and Study', *Zeitschrift für Geschichte der arabisch-islamischen Wissenschaften*, 14: 57-117.

- Dilgan, H. (1960). "Démonstration du Ve postulat d'Euclide par Shams ed-Dīn Samarqandī", *Revue d'histoire des sciences* 13: 191–196.
- Dilgan, H. (1975). "Samarqandī, Shams al-Dīn Muḥammad Ibn Ashraf al- Ḥusaynī al-", C.C. Gillispie, ed. *Dictionary of Scientific Biography*. New York: Scribner's Sons, vol. 12, p. 19.
- Engelhardt, H.T. et Caplan, A.L., eds. (1987). *Scientific Controversies. Case Studies in the Resolution and Closure of Dispute in Science and Technology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fazlıoğlu, İ. (2007). "Samarqandī: Shams al-Dīn Muḥammad ibn Ashraf al-Ḥusaynī al-Samarqandī", T. Hockey et al., eds. *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*. New York: Springer, p. 1008.
- Hamerla, R. (2003). "Edward Williams Morley and the Atomic Weight of Oxygen; the Death of Prout's Hypothesis Revisited", *Annals of Science* 60(4): 351-372.
- Hogendijk, J.P. (1984). "Greek and Arabic Constructions of the Regular Heptagon," *Archive for History of Exact Sciences* 30: 197-330.
- Karabela, M.K. (2010). *The Development of Dialectic and Argumentation Theory in Post-Classical Islamic Intellectual History*, PhD Dissertation. Montreal: McGill University.
- Knorr-Cetina, K. (1981). *The Manufacture of Knowledge. An Essay in the Constructivist and Contextual Nature of Science*, Oxford: Pergamond Press.
- Knorr Cetina K. (1995). "Laboratory Studies: The Cultural Approach to the Study of Science", Jasanoff S. et al. eds., *Handbook of Science and Technology Studies*, London, Sage, pp. 140-166.
- Lakatos I. (1970). "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes", I. Lakatos et A.E. Musgrave, eds., *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press, 91-196; trad. fr. *Histoire et méthodologie des sciences*, Paris, PUF, 1994, pp. 1-146.
- Latour, B. et Woolgar, S. (1979). *La Vie de laboratoire*, Paris, La Découverte, trad. fr. de *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*, Beverly Hills, Sage, 1979; réed. Princeton, Princeton University Press, 1986.
- Latour, B. (1987). *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers Through*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Latour, B. (1989). "Pasteur et Pouchet: hétérogénéité de l'histoire des sciences", M. Serres, ed., *Éléments d'histoire des sciences*. Paris: Bordas, pp. 423-445.
- Latour, B. et Callon, M., eds. (1991). *La Science telle qu'elle se fait*. Paris: La Découverte.
- Lloyd, G.E. (2003). "Les concepts de vérité en Grèce et en Chine anciennes", J.-P. Changeux, ed., *La Vérité dans les sciences*. Paris: Odile Jacob, pp. 49-60.
- Lynch, M. (1985). *Art and Artifact in Laboratory Science*, London, Routledge and Kegan Paul.

- Mackenzie, D. (1993). "Negotiating Arithmetic, Constructing Proof: The Sociology of Mathematics and Information Technology", *Social Studies of Science*, 23 (1993), 37-65.
- al-Maḡdisī (1899-1919). *Kitāb al-bad' wa-al-ta'rikh*, trad. fr. *Le Livre de la création et de l'histoire*, ed. C. Huart, 5 vols. Paris: Ernest Leroux.
- Miller, L.B. (1984). *Islamic Disputation Theory. A Study of the Development of Dialectic in Islam from the Tenth through Fourteenth Centuries*, PhD Dissertation. Princeton University.
- Morax, P. (1968). "La joute dialectique d'après le huitième livre des Topiques", G.E.L. Owen, ed., *Aristotle on Dialectic*. Oxford: Clarendon Press, pp. 277-311.
- Nendick, J., Scrancher, D., Usher, O. (2007). "Chlorine and Prout's Hypothesis", H. Chang et C. Jackson, eds., *An Element of Controversy*. London: British Society for the History of Science, pp. 73-104.
- Popper, K.R. (1979). *La Société ouverte et ses ennemis*, 2 vols. Paris: Le Seuil.
- Rashed R. (1999) *Les Mathématiques infinitésimales du IXe au XIe siècle*, III: *Ibn al-Haytham. Théorie des coniques, constructions géométriques et géométrie pratique*, London: al-Furqān.
- Rescher, N. (1964). *The Development of Arabic Logic*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Restivo, S. (2005). *Science, Technology and Society*, Oxford, Oxford University Press.
- Rozenfeld, B.A. et Yushkevich, A.P. (1961). "Dokazatel'stva pjatogo postulata Evklida u Sabita ibn Korry i Shams ad-Dina as-Samarkandi", *Istoriko-Matematicheskie Issledovania* 14: 587-592.
- Shapin, S. et Schaffer, S. (1993). *Léviathan et la pompe à air. Hobbes et Boyle entre science et politique* [1985]. trad. T. Piélat. Paris: La Découverte.
- Stroumsa, S. (1999). "Ibn al-Rāwandī's *ṣū' adab al-mujādala*: The Role of Bad Manners in Medieval Disputations", H. Lazarus-Yafeh, M. R. Cohen, S. Somekh, S.H. Griffith, eds., *The Majlis: Interreligious Encounters in Medieval Islam*. Wiesbaden: Harrassowitz, pp. 66-83.
- Suwaysī, M., ed. (1984). *Ashkāl al-ta'ris li-l-Samarqandī*. Tunis: al-Dār al-Tunīsiyya, pp. 23–26.
- al-Tawḥīdī (1970). *Kitāb al-imtā' wa-al-mu'ānasa*, ed. A. Amīn et A. al-Zayn. Beyrouth, Manshūrāt Dār maktabat al-Ḥayāt.
- Vajda, G. (1963). "Études sur Qirqisānī, V: Les règles de la controverse dialectique", *Revue des Études Juives* 122: 7-74.