
Les études visuelles des sciences : regards croisés sur les images scientifiques

Depuis une vingtaine d'années, les images scientifiques font l'objet d'un intérêt croissant de la part des sciences humaines et sociales, notamment l'histoire de l'art, l'histoire des sciences et les études culturelles. Sans prétendre couvrir de manière exhaustive ce désormais vaste territoire, on s'efforcera ici d'analyser ces développements du point de vue de l'histoire des sciences, tels que nous avons pu en faire l'expérience au cours d'une trajectoire intellectuelle menant du Royaume-Uni à la France en passant par l'Allemagne et la Suisse, et soulignant la place de l'histoire de l'art dans les différentes approches rencontrées.

Pour décrire ce foisonnement on parlera ici d'études visuelles des sciences, transposition de l'expression fréquemment employé en anglais de *visual studies of science*, une dénomination qui ne prétend cependant en aucun cas exagérer la cohérence d'un ensemble finalement assez hétérogène d'approches et d'études produites au sein de différentes disciplines. On est en effet loin d'avoir un corpus commun de références sur ces thématiques, d'autant plus que le degré d'ouverture aux questions visuelles est très inégal selon les pays. C'est dans les sphères anglo-saxonne et germanophone que les études visuelles des sciences sont les mieux établies¹.

Les visual studies of science

Dans le milieu anglo-saxon on assiste à un début de structuration d'un champ spécifique, avec l'apparition d'ouvrages de synthèse et de référence sur ces questions, de cours et même de cursus universitaires plus ou moins standardisés. Cette structuration succède à une période d'intense activité de recherche qui a culminé au milieu des années 2000, comme le montrent tous les marqueurs de la recherche (thèses de doctorat, articles des revues principales de la discipline, conférences, interventions), et ce pour toutes les périodes historiques, régions du monde et spécialités scientifiques. La dimension collective de ce phénomène est attestée par les nombreuses collections et numéros spéciaux de revue consacrés exclusivement aux questions visuelles² (ou « art et science »³), et par de très nombreux colloques et conférences, telle la conférence *Visual Knowledges* organisée à l'université d'Édimbourg en septembre 2003 ou celle consacrée à *Visualization in the Age of Computerization* à l'université d'Oxford en mars 2011, qui ont chacune attiré plus d'une centaine de participants ; sans oublier les expositions initiées par des historiens des sciences ou provenant des *Science and Technology Studies*, notamment *NOIse* (Simon Schaffer et Adam Lowe, Cambridge et Londres, 2000) ou *Iconoclash : fabrication et destruction des images en science, en religion et en art* (Bruno Latour et Peter Weibel, ZKM, Karlsruhe, 2002)⁴.

Les généalogies établies au sein de ce champ en voie de cristallisation situent l'origine des *visual studies of science* au début des années 1990⁵. Si l'on trouve dans la littérature antérieure des travaux portant sur telle ou telle représentation visuelle issue des sciences ou les concernant, les observateurs notent l'impact majeur à l'échelle de la discipline à cette époque des travaux des historiens de l'art Michael Baxandall et Svetlana Alpers, puis de Martin Kemp, Barbara Stafford et James Elkins, pour ne citer que quelques-uns des auteurs les plus marquants⁶. Leurs études novatrices de l'imagerie et de la visualité scientifiques ont contribué à mettre en lumière les

surfaces de recoupement entre arts et sciences à différentes époques : elles se sont intéressées aux dimensions scientifiques du travail artistique (par exemple les théories des couleurs ou le recours aux instruments scientifiques, souvent optiques) ou réciproquement, la place de l'art dans la pratique scientifique (par exemple le rôle des artistes illustrateurs dans la production d'atlas botaniques ou la formation artistique de nombreux scientifiques tels que les naturalistes explorateurs, botanistes, voire astronomes, anatomistes, géodésiens ou cartographes). Ces approches ont inspiré de très nombreux travaux, parmi lesquels on peut citer à titre d'exemple le corpus consacré aux naturalistes du début du XIX^e siècle⁷ ; ou celui, particulièrement abondant, sur le modernisme du début du XX^e siècle⁸.

Au-delà de la démonstration selon laquelle les sphères artistique et scientifique sont rarement aussi cloisonnées qu'on le supposait, ces auteurs ont cherché à identifier les *cultures visuelles* propres à des moments et des milieux donnés. De telles cultures, identifiables par le style, la facture, le mode de production des images qu'elles engendrent, seraient ainsi l'expression de conceptions esthétiques, épistémologiques et philosophiques historiquement situées, c'est à dire l'expression d'une conceptualisation spécifique du rapport entre sujet et objet, des théories de la perception et de la connaissance. D'où la nécessité d'élargir l'analyse au delà des caractéristiques formelles d'une ou d'une série d'images pour prendre en compte l'historicité de l'expérience visuelle et les replacer dans leur contexte culturel et social. Pour reprendre le terme de l'historien des sciences Norton Wise, les images constitueraient ainsi une forme d'« épistémologie matérialisée » qu'il est indispensable de prendre en compte, au même titre que les productions scientifiques textuelles. L'ouvrage de Peter Galison et Lorraine Daston, *Objectivity*, est l'une des incarnations les plus abouties de ce parti-pris en histoire des sciences. Il ambitionne, à partir de collections d'images d'atlas scientifiques datant de différentes époques, d'historiciser des catégories de la pensée et de la pratique scientifiques aussi fondamentales que la notion d'objectivité⁹. Cet ouvrage, ainsi que le projet collectif dirigé par Lorraine Daston sur l'histoire de l'observation scientifique qui lui a fait suite, montre bien comment les méthodes et les objets de l'histoire de l'art ont contribué à façonner un nouvel objet, l'observation, et une nouvelle approche en histoire des sciences, avec une attention portée aux techniques corporelles et matérielles de visualisation et de représentation¹⁰.

Interdisciplinarités

Les études visuelles des sciences paraissent ainsi constituer une illustration parfaite de cette interdisciplinarité actuellement si prisée des institutions et agences de financement de la recherche. S'il est indéniable que de nombreux historiens des sciences (dont nous faisons partie) et historiens de l'art considèrent que l'ouverture de leur discipline aux objets, méthodes et questionnements de l'autre champ est largement bénéfique et fructueuse, on aurait tort de supposer que de tels rapprochements puissent se décréter ou émerger spontanément. L'interdisciplinarité est le plus souvent l'aboutissement, au sein même d'une discipline, d'évolutions plus ou moins souterraines, indépendantes et généralisées qui préparent, puis influencent la manière dont les méthodes et les objets d'une autre discipline seront abordés.

En d'autres termes, pour reprendre le cas de l'histoire des sciences anglo-saxonne, ses praticiens n'ont pu, à partir des années 1990, s'intéresser aux travaux des historiens de l'art et commencer à prendre en compte les images dans leurs différents domaines de compétence que parce que le terrain avait été préparé par un mouvement interne à la discipline, et qui a en fin de compte rendu possible les interactions et les rapprochements disciplinaires avec l'histoire de l'art et les *visual studies*.

C'est en effet principalement à la suite et à travers le prisme du « tournant pratique » que l'histoire des sciences anglo-saxonne a appréhendé les recherches des historiens de l'art sur les images scientifiques¹¹. Ce mouvement, remontant à la fin des années 1970 et au début des années 1980, a vu une bonne partie de la communauté se distancier d'une histoire classique des idées et des théories pour se tourner vers une histoire (une anthropologie, une sociologie, une philosophie) des *pratiques* scientifiques, et surtout expérimentales. En ce qui concerne les images, les réflexions des sociologues des sciences Bruno Latour, Michael Lynch et Steve Woolgar sur le rôle de la production et la circulation des inscriptions dans le travail scientifique ont, dès les années 1980, très

fortement orienté la manière dont les historiens ont abordé les questions visuelles par la suite¹² ; par exemple leur intérêt pour tous les dessins, diagrammes, inscriptions instrumentales ou manuelles, « outils de papier » produits au cours du travail scientifique sur le terrain ou en laboratoire¹³. Plus classiquement, les historiens des sciences ont intégré les images à leurs analyses du fonctionnement concret de la preuve en science : dans quelle mesure la visualisation de phénomènes, notamment à l'aide de techniques comme les rayons X ou le graphe et leur représentation sous forme d'image participent-elles du travail épistémologique ? On citera, parmi les premiers ouvrages traitant de thématiques visuelles dans cette lignée, ceux de Martin Rudwick¹⁴ et Lisa Cartwright¹⁵ (les études visuelles étant particulièrement bien cultivées par les historiens de la médecine).

Un peu plus tard on a vu des questionnements issus de *cultural studies*, de l'histoire culturelle et des représentations investir l'histoire des sciences, et en premier lieu l'histoire du sensible, inspirant des recherches sur le rôle précis des sens dans la perception et l'étude du monde par les scientifiques, et plus largement sur la nature de l'expérience scientifique, y compris dans ses dimensions réflexives et épistémologiques. On retrouve cette approche dans les histoires de dispositifs optiques qui prennent en compte le va-et-vient entre l'investigation de divers objets à l'aide des outils optiques et étude des instruments de vision eux-mêmes, y compris l'œil du praticien¹⁶. On voit là une convergence nette avec les préoccupations des historiens de l'art qui, les premiers, s'intéressèrent aux images scientifiques à cette époque. Mentionnons également ici Jonathan Crary, dont l'ouvrage paru en 1990, *Techniques of the Observer*, a eu une très grande résonance chez les historiens des sciences¹⁷.

La sensibilisation aux problématiques liées aux images et à la visualité s'est ainsi faite dans l'histoire des sciences anglo-saxonne par le biais de l'histoire et de la sociologie des pratiques, puis à travers le prisme de l'histoire culturelle, notamment l'historiographie de l'expérience. C'est à l'issue de ces évolutions et interactions que la discipline a véritablement ouvert un dialogue avec l'histoire de l'art. Dans le même temps, les historiens de l'art, au-delà du petit cercle des pionniers, commençaient à s'intéresser aux images scientifiques, nous discuterons plus loin d'un exemple dans le monde germanique.

Nouvelles sources, nouveaux objets

Nous avons suggéré que des inflexions successives (tournant pratique, puis culturel) ont contribué à éloigner l'histoire des sciences d'une histoire classique des idées et des théories et *in fine* encouragé l'essor des études visuelles des sciences. Ces inflexions sont perceptibles au niveau des approches, des types de questionnements, mais elles ont aussi eu pour corollaire de diversifier radicalement les types de sources sur lesquels repose l'histoire des sciences. Alors que l'histoire traditionnelle s'était longtemps limitée à l'étude des publications des grandes figures de la science (incluant au mieux leurs manuscrits et leurs correspondances), l'intérêt nouveau pour les pratiques a mis en valeur les documents témoins de la fabrication de la science au jour le jour (carnets de laboratoire ou de voyage, brouillons de textes, documents rédigés par leurs assistants etc.), ainsi que les témoins de la culture matérielle qui entrent en jeu dans l'activité scientifique, comme les modèles utilisés dans la recherche et l'enseignement ou les instruments (y compris les traces d'usage et les catalogues des fabricants). Enfin, les historiens des sciences ont porté leur attention sur les diverses représentations visuelles produites dans l'exercice de la recherche (inscriptions manuelles et instrumentales, esquisses, jusqu'aux images publiées) ainsi que les supports visuels participant de l'enseignement, de la vulgarisation et de la communication à des publics différents (portraits de scientifiques, ressources visuelles diffusées dans les médias populaires, diapositives projetées lors de conférences publiques, etc.). Ce dernier corpus a donné lieu à de très nombreux travaux dont on peut citer, parmi les plus cités, ceux de Jennifer Tucker, Anne Secord, ou Bernard Lightman¹⁸.

Les rapprochements de l'histoire des sciences avec l'histoire de l'art depuis les années 1990 ont par ailleurs mis en relief l'existence d'un grand nombre d'objets limites, dans la mesure où ils étaient traditionnellement exclus du corpus classique scientifique ou artistique. À la suite des évolutions historiographiques décrites plus haut, les deux disciplines ont été amenées à prendre en considération ces nouveaux types d'objets, relevant souvent de cultures populaires, tels que les feux d'artifices¹⁹ ou les panoramas²⁰ (ainsi que les tableaux des naturalistes ou ceux des ingénieurs-

géographes du début du XIX^e siècle dont ces derniers s'inspirent). De tels objets soulignent l'artificialité fréquente de la frontière art/science dans l'histoire (ou de sa création rétrospective), remettant par conséquent en question les frontières disciplinaires auxquelles on s'était accoutumé. Dans tous les cas, ils font ressortir la nécessité, ou du moins les avantages d'une analyse faisant appel aux ressources conjuguées des deux disciplines.

Les Bildwissenschaften

Plus que pour l'histoire des sciences, discipline relativement jeune et hétérogène, pour l'histoire de l'art, dont les contours disciplinaires sont plus anciens et mieux définis, l'incorporation de ces nouveaux types d'objets a pu être perçue comme ayant des conséquences sur l'identité même de la discipline. Nous examinerons ici une incarnation des études visuelles des sciences développée principalement par des historiens de l'art, un exemple qui nous permettra également d'aborder la question de l'outillage théorique spécifique aux études visuelles des sciences.

Dans le monde germanophone, quelques variantes assez particulières des études visuelles des sciences ont vu le jour durant la dernière décennie, en particulier à Berlin, autour de la chaire de Horst Bredekamp à l'université Humboldt, et Bâle, autour de Gottfried Boehm (auteur en 1994 de l'expression *iconic turn*²¹) et le projet de grande envergure *eikones. NFS Bildkritik. Macht und Bedeutung der Bilder/Iconic Criticism. Understanding the Power and Meaning of Images*²², qu'il a initié avec le soutien du Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique, et qui implique actuellement soixante-dix collaborateurs. Les deux projets en appellent à une histoire et à une conception spécifiquement germanophone de l'histoire de l'art, dont les méthodes seraient susceptibles d'être appliquées à tout type d'image : la *Kunstwissenschaft* (« histoire de l'art », mais littéralement « science de l'art » ou « études de l'art ») céderait alors le pas à une *Bildwissenschaft* (« sciences des images », « études des images »).

Ainsi, le manifeste rédigé par le groupe expérimental *Das technische Bild*²³, fondé par Bredekamp en 2000, revendique la pertinence des méthodes propres à l'histoire de l'art pour l'étude des images scientifiques, qui permettent notamment de mettre en valeur leur surplus de contenu, au-delà de leurs fonctions épistémologiques ou simplement illustratives :

« La conviction du comité éditorial est que, loin d'être obsolète, la méthode iconologique, propre à l'histoire de l'art, est à redéfinir et à rendre fructueuse. L'iconologie permet en effet d'appréhender toute image, y compris la production iconographique scientifique, dans le cadre des codes sociaux et culturels qu'elle véhicule et par laquelle elle est véhiculée et plus particulièrement au sein d'une histoire des formes (*Formgeschichte*). Aby Warburg et Erwin Panofsky ont montré d'une manière qui fait encore référence aujourd'hui que le contexte comme l'histoire des formes sont indissociables de la description d'une image en tant que fait historique, culturel et politique. Le défi actuel consiste à contextualiser les représentations visuelles scientifiques au sein de leur configurations épistémologiques, sans pour autant perdre de vue leur spécificité et force propre. Nous tenterons, au moyen de la revue *Bildwelten des Wissens* de fournir les éléments d'une nouvelle théorie de l'image²⁴ ».

Bredekamp rappelle que l'analyse iconographique panofskienne comprend trois étapes : d'abord la description formelle, ensuite l'analyse iconographique du contenu, qui permettent enfin de déterminer la signification d'une œuvre. « Dans cette dernière étape, il s'agit d'intégrer à l'analyse la date de création de l'œuvre ainsi que les conceptions sociales, politiques, philosophiques et religieuses dominantes d'une époque ou d'une nation qui influent sur cette œuvre²⁵ ».

On voit par cet exemple que l'histoire de l'art a été travaillée par des évolutions assez comparables à celles décrites plus haut en histoire des sciences, rendant d'autant plus facile leurs échanges par la suite (il faudrait également mentionner l'attention portée par ces historiens de l'art à la culture matérielle impliquée dans la production des images scientifiques, et plusieurs autres dimensions très présentes dans les approches historiennes des sciences). Le bilan provisoire du groupe *Das Technische Bild*, publié en 2008, reconnaît en effet qu'il a intégré à l'analyse iconologique des méthodes issues des études culturelles, et des médias, de la sociologie, de la politologie et de l'histoire économique ; mais que c'est principalement avec l'histoire des sciences que le groupe a développé « une relation tout simplement symbiotique²⁶ ». En réalité son positionnement disciplinaire est plus subtil, puisqu'il s'agit de revendiquer une proximité

avec l'histoire des sciences tout en insistant sur ce qui l'en distingue : l'apport spécifique du regard et des méthodes de l'historien de l'art, en particulier l'histoire des formes et des styles. Car le projet vise aussi à contribuer au renouvellement de l'histoire de l'art, actuellement menacée comme bon nombre de sciences humaines partout en Europe, en insistant sur la pertinence de ses méthodes pour la compréhension de « l'âge numérique » et son foisonnement d'images, y compris techniques.

Conclusion : vers une théorie de l'image scientifique ?

L'histoire des études visuelles des sciences est parsemée de tournants, du *pictorial turn* de W. J. T. Mitchell (1992), à l'*iconic turn* de Gottfried Boehm (1994) en passant par le *visual turn* qui décrit l'essor de ces questions de manière générale²⁷. Ce tournant visuel est souvent présenté comme ayant une importance comparable au *linguistic turn*, terme lancé par le philosophe Richard Rorty en 1967, qui a transformé les sciences humaines dans les années 1970. On a vu que l'émergence des études visuelles des sciences, du moins dans les cas évoqués ici, ne s'est pas faite en réaction au tournant linguistique²⁸. Cependant l'analogie est récurrente, surtout quand il s'agit d'évoquer la question de l'appareil théorique qui sous-tend les études visuelles des sciences. Force est de constater que les divers efforts réalisés en la matière ne permettent pas d'affirmer que l'on se rapproche d'une théorie, ou même d'un corps de théories de l'image scientifique. À la différence du tournant linguistique, le moteur du tournant visuel n'est pas l'approche théorique mais un ensemble d'objets, les images scientifiques et les cultures visuelles desquelles elles participent, qui se laissent difficilement appréhender depuis une seule et unique perspective.

Une bonne dizaine d'années après sa création, le projet *Das Technische Bild* (comme d'ailleurs le projet *eikones*) continue de jouir de financements généreux pour poursuivre ses travaux et expériences, mais semble aussi loin d'avoir forgé une théorie de l'image scientifique qu'à ses débuts. La banque d'images scientifiques et techniques constituée par le groupe et devant servir de support empirique pour une histoire des formes et des styles scientifiques continue de se développer. Bredekamp écrivait prudemment en 2008 : « Nous disposons de matériaux si abondants qu'au bout d'un certain temps il devrait être possible, malgré tout scepticisme, de définir les contours d'un style des sciences sur une base générale²⁹ ». Dans le même volume, une ancienne collaboratrice remet entièrement en question la possibilité même de développer une théorie unique de l'image scientifique, notamment en raison du caractère excessivement vague du terme même d'image : « Il n'y a pas de théorie générale de l'image scientifique, et aucun autre objet n'est mieux adapté pour critiquer la logique d'une telle universalisation³⁰ ».

En ce qui concerne les *visual studies of science* anglo-saxonnes, le constat est comparable. Les diverses tentatives d'établir des théories générales de l'image scientifique n'ont généralement pas été reprises à l'échelle de la discipline, et on voit même dans la recherche en histoire des sciences anglo-saxonne un reflux relatif des études visuelles des sciences. Le programme pour 2011 de la conférence annuelle de la *History of Science Society*, qui donne toujours une bonne idée des tendances de la discipline (parce ses intervenants sont en majorité des doctorants et de jeunes chercheurs), indique un net recul des thématiques « visuelles » par rapport aux conférences des années 2000.

Mais on aurait tort d'en conclure que la mode des études visuelles est en train de passer, car, comme nous l'avons indiqué plus haut, si elles sont moins présentes dans la recherche actuelle, elles investissent en revanche de manière durable l'enseignement et les ouvrages de synthèse. En y regardant de plus près, dans la recherche même, elles sont moins explicites mais infusent largement les travaux récents. Il faut y voir le symptôme d'une assimilation des questions, méthodes et points de vue des études visuelles dans l'histoire des sciences toutes tendances confondues, ce que la référence fréquente aux travaux de Daston et Galison sur l'objectivité ne fait que confirmer. Les études visuelles des sciences n'ont pas su développer de cadre théorique fort, de thèse spécifique sur le rôle des images dans le travail scientifique, mais elles n'ont pour autant pas manqué de marquer fortement ce domaine particulièrement hétérogène qu'est l'histoire des sciences. L'héritage du tournant visuel est bien plus d'avoir rendu incontournable l'acquisition par ses praticiens d'une *visual literacy*, un apprentissage du regard qui passe souvent par une introduction aux méthodes de l'histoire de l'art. Quel que soit le domaine scientifique, la période abordée ou l'approche

utilisée, toute étude sérieuse ne peut désormais ignorer les matériaux visuels. Il est désormais impensable, dans la formation à l'histoire des sciences, de ne pas inclure une formation à l'analyse de la visualité et des images. Finalement la relative éclipse des thématiques explicitement visuelles consacre moins l'achèvement d'une mode passagère que leur ancrage profond et durable dans l'histoire des sciences.

Charlotte BIGG est chargée de recherche au CNRS, Centre Alexandre Koyré. Titulaire d'un doctorat en histoire des sciences de l'université de Cambridge, elle a ensuite travaillé à l'Institut Max Planck pour l'Histoire des Sciences de Berlin et dans le département Wissenschaftsforschung de l'ETH Zurich. Elle a récemment co-dirigé *Atombilder. Ikonografie des Atoms in Wissenschaft und Öffentlichkeit des 20. Jahrhunderts*, Göttingen, Wallstein, 2009, un volume issu de réflexions autour d'une exposition d'images scientifiques ; mais aussi *The Laboratory of Nature. Science in the Mountains – Mountains in Science, from the Late Eighteenth to the Early Twentieth Century*, numéro spécial de *Science in Context*, 2009, XXII-3, et *The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, Durham, Londres, Duke University Press, 2010.

NOTES

1. Citons, parmi les initiatives très récentes en France, C. Allamel-Raffin (dir.), *Regards sur les images scientifiques*, numéro spécial de *Protée. Théories et pratiques sémiotiques*, 2009-2010, n° 36 ; A. Lafont (dir.), *L'artiste savant à la conquête du monde moderne*, Strasbourg, Presses universitaires de Strasbourg, 2010 ; le programme pluri-annuel en préparation consacré aux illustrations scientifiques devant se tenir à partir de 2012 au Centre de Recherches Texte/Image/Langage de l'université de Bourgogne ; le cycle de conférences *Voir/Savoir. Nouvelles perspectives sur le visuel dans les sciences* du Centre Alexandre Koyré (2010-2011). En Espagne également les initiatives se multiplient, comme en témoigne la 6^e école de printemps européenne sur l'histoire des sciences et sa vulgarisation, consacrée aux *Visual Representations in Science* (Maó [Minorque], 19-21 mai 2011, organisée par Institut Menorquí d'Estudis, Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, European Society for the History of Science et Centre d'Història de la Ciència, Universitat Autònoma de Barcelona. Pour l'Italie on notera la refondation en 2011 du journal généraliste *Nuncius* qui dépend du musée Galileo de Florence (anciennement Museo di Storia della Scienza) et qui porte désormais le sous-titre *Journal of the Material and Visual History of Science*, au lieu de *Annali di storia della scienza*.

2. Citons C. Jones, P. Galison, *Picturing Science, Producing Art*, New York, Routledge, 1998 ; la section « Focus » du journal *Isis*, 2006, 98, ou le numéro spécial de la revue *Science in Context*, 2004, XVII.

3. On traitera ici uniquement de la dimension universitaire de la production, sans s'attarder sur l'usage fait de la thématique « art et science » par les politiques publiques et les initiatives institutionnelles de promotion de la culture scientifique.

4. B. Latour, P. Weibel (dir.), *Iconoclasm : fabrication et destruction des images en science, en religion et en art*, Cambridge (Mass.)-Karlsruhe, MIT Press-ZKM Karlsruhe, 2002.

5. Voir les articles de synthèse suivants, ainsi que leurs bibliographies : M. Domann, « Vom Bild zum Wissen : eine Bestandsaufnahme wissenschaftshistorischer Bildforschung », *Gesnerus*, 2004, LXI, p. 77-89 ; N. Anderson, « Eye and Image: Looking at a Visual Studies of Science », *Historical Studies in the Natural Sciences*, 2009, XXXIX, p. 115-125 ; S. Dupré, « Art History, History of Science and Visual Experience », *Isis*, 2010, 101, p. 618-622. Voir également A. Mosley, « Objects, Texts and Images in the History of Science », *Studies in History and Philosophy of Science*, 2007, XXXVIII, p. 289-302 ; C. Lüthy, A. Smets,

« Words, Lines, Diagrams, Images: Towards a History of Scientific Imagery », *Early Science and Medicine*, 2009, XIV, p. 398-439 ; R. V. Burri, J. Dumit, « Social Studies of Scientific Imaging and Visualization », dans E. J. Hackett et al. (dir.), *The Handbook of Science and Technology Studies*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 2008, p. 297-317 ; M. N. Wise, « Making visible », *Isis*, 2006, 97, p. 75-82 ; C. Borck, « Bild der Wissenschaft. Neuere Sammelbände zum Thema Visualisierung und Öffentlichkeit », *N.T.M.*, 2009, XVII, p. 317-327. Je remercie mes collègues du Centre Koyré Sébastien Greismühl et Jeanne Peiffer de m'avoir indiqué certaines de ces références.

6. M. Baxandall, *Painting and Experience in Fifteenth-century Italy*, Oxford, Clarendon Press, 1972 ; S. Alpers, *The Art of Describing: Dutch Art in the Seventeenth Century*, Londres, Murray, 1983 ; M. Kemp, *The Science of Art: Optical Themes in Western Art from Brunelleschi to Seurat*, New Haven, Yale University Press, 1990 ; B. Stafford, *Voyage into Substance: Art, Science, Nature and the Illustrated Travel Account, 1760-1840*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1984 et *Artful Science: Enlightenment, Entertainment and the Eclipse of Visual Education*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1994 ; J. Elkins, *The Poetics of Perspective*, Ithaca, Cornell University Press, 1994 et *id.*, *The Domain of Images*, Ithaca, Cornell University Press, 1999.

7. Par exemple E. Fiorentini, *Observing Nature – Representing Experience. The Osmotic Dynamics of Romanticism 1800-1850*, Berlin, Reimer, 2007.

8. Pour ne citer qu'une étude, parmi les meilleures contributions dans ce domaine : L. Dalrymple Henderson, « Editor's Introduction I. Writing Modern Art and Science – An Overview, II. Cubism, Futurism, and Ether Physics in the Early Twentieth Century », *Science in Context*, 2004, XVII, p. 423-466.

9. Anderson, « Eye and Image » ; Wise, « Making visible » ; L. Daston, P. Galison, *Objectivity*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 2007.

10. L. Daston, E. Lunbeck, *Histories of Scientific Observation*, Chicago, University of Chicago Press, 2011.

11. Sur l'histoire de la discipline et les détails du « tournant pratique », que nous ne pouvons traiter ici, voir J. Golinski, *Making Natural Knowledge. Constructivism and the History of Science*, Cambridge, Cambridge University Press, 1998.

12. B. Latour, S. Woolgar, *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*, Princeton, Princeton University Press, 1979 ; M. Lynch, S. Woolgar, *Representation in Scientific Practice*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1985. La conférence *Visualization in the Age of Computerization* (mentionnée plus haut) co-organisée par Steve Woolgar est une manière, pour ce pionnier des études visuelles des sciences, de faire le bilan de vingt années d'activité dans ce domaine.

13. Parmi de très nombreux excellents travaux on peut citer D. Kaiser, *Drawing Theories Apart. The Dispersion of Feynman Diagrams*, Chicago, University of Chicago Press, 2005.

14. M. Rudwick, « The Emergence of a Visual Language for Geological Science, 1740-1840 », *History of Science*, 1976, XIV, p. 149-195.

15. L. Cartwright, *Screening the Body: Tracing Medicine's Visual Culture*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1995.

16. S. Schaffer, « Astronomers Mark Time: Discipline and the Personal Equation », *Science in Context*, 1988, II, p. 115-145 ; J. Schickore, *The Microscope and the Eye: A History of Reflections, 1740-1870*, Chicago, University of Chicago Press, 2007.

17. J. Crary, *Techniques of the Observer: On Vision and Modernity in the Nineteenth Century*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1990.

18. J. Tucker, « Photography as Witness, Detective, and Impostor: Visual Representation in Victorian Science », dans B. Lightman (dir.), *Victorian Science in Context*, Chicago, Chicago University Press, 1997, p. 378-408 ; A. Secord, « Botany on a Plate: Pleasure and the Power of Pictures in Promoting Early Nineteenth-Century Scientific Knowledge », *Isis*, 2002, 93, p. 28-57 ; B. Lightman, *Victorian Popularizers of Science: Designing Nature for New Audiences*, Chicago, University of Chicago Press, 2007.

19. S. Werrett, *Fireworks: Pyrotechnic Arts and Sciences in European History*, Chicago, University of Chicago Press, 2010.

20. Ch. Bigg, « The panorama, ou la nature à coup d'œil », dans E. Fiorentini (dir.), *Observing Nature – Representing Experience. The Osmotic Dynamics of Romanticism 1800-1850*, Berlin, Reimer, 2007, p. 73-95.

21. G. Boehm, « Die Wiederkehr der Bilder », dans *id.* (dir.), *Was ist ein Bild ?*, Munich, W. Fink, 1994, p. 11-38.

22. Cf. <http://www.eikones.ch>.

23. Cf. <http://www.kulturtechnik.hu-berlin.de/content/dtb>.

24. H. Bredekamp, A. Fischel, B. Schneider, G. Werner, « Bildwelten des Wissens », *Bildwelten des Wissens. Kunsthistorisches Jahrbuch für Bildkritik*, 2003, I-1, p. 19-20 (traduction de l'auteur).

25. H. Bredekamp, « Ikonologische Analyse », dans H. Bredekamp, B. Schneider, V. Dünkel (dir.), *Das Technische Bild. Kompendium zu einer Stilgeschichte wissenschaftlicher Bilder*, Berlin, Akademie Verlag, 2008, p. 48.

26. H. Bredekamp, B. Schneider, V. Dünkel, « Editorial : Das Technische Bild », dans Bredekamp, Schneider, Dünkel (dir.), *Das Technische Bild*, p. 10.

27. Voir H. Bredekamp, « The Visual and its Logos: Art-Historical Turns », <http://www.wiko-berlin.de/index.php?id=297>.

28. Domann, « Vom Bild zum Wissen ».

29. H. Bredekamp, « Bildbeschreibungen. Eine Stilgeschichte technischer Bilder? Ein Interview mit Horst Bredekamp », dans Bredekamp, Schneider, Dünkel (dir.), *Das Technische Bild*, p. 47.

30. G. Werner, « Bilddiskurse. Kritische Überlegungen zur Frage, ob es eine Allgemeine Bildtheorie des naturwissenschaftlichen Bildes geben kann », dans Bredekamp, Schneider, Dünkel (dir.), *Das Technische Bild*, p. 30.