

Hacking Ian, 1981/2004, « Est-ce qu'on voit à travers un microscope ? », *Philosophie des Sciences*, Laugier S., Wagner P., Paris, Vrin, t.2, p. 238-274.

Mots clés : réalisme, expérimentation, histoire du microscope.

Domaines objet : Biologie.

Résumé : Il s'agit d'un article visant à défendre le réalisme dans les sciences de la nature. Pour ce faire, après avoir exposé les diverses thèses réalistes et antiréalistes relatives à l'affirmation de l'existence des entités inobservables, l'auteur s'appuie sur l'histoire du microscope pour soutenir son argument réaliste. Si l'on prend en compte cette histoire, les étapes de la mise au point de cet instrument et les multiples améliorations qui lui ont été apportées au cours des siècles, on comprend pourquoi les scientifiques ont fini par faire confiance à cet instrument (= à croire que les entités vues à l'aide de cet instrument sont réelles). Ce qui ressort de cet historique, c'est que notre croyance en la réalité se fonde entre autres sur notre capacité à intervenir sur et à manipuler des objets microscopiques grâce au microscope : c'est l'argument de l'intervention et des manipulations humaines sur l'objet. L'auteur complète ses arguments historiques par des arguments issus de sa propre pratique en laboratoire. Ces arguments sont devenus très célèbres dans la littérature sur la question (« argument de la coïncidence », « argument de la grille »).

Au-delà de cette thèse réaliste, Ian Hacking invite à se pencher « sur la vie réelle », c'est-à-dire sur les pratiques effectives en sciences. A ne prêter attention qu'à la connaissance comme représentation de la nature, on finit dans un cul-de-sac idéaliste.

Développements : 1/ Ian Hacking présente les différentes positions des philosophes ayant étudié le microscope. Selon S. R. Bergmann, « les objets microscopiques ne sont pas des objets physiques au sens littéral, ils ne le sont que par la grâce du langage et de l'imagination. ». G. Maxwell soutient l'idée d'un *continuum* de vision. Les entités invisibles deviennent observables grâce à des astuces technologiques. Ces idées réalistes sont totalement contraires à celles de B. Van Fraassen qui ne croit qu'à l'existence des entités observables à l'œil nu. Pour lui, il est possible de voir à travers un télescope car il serait possible d'aller sur Jupiter et de regarder ses lunes, mais on ne voit pas à travers un microscope car on ne pourra jamais réduire sa taille pour observer une cellule. 2/ Les philosophes de microscopes font fausse route, car ils considèrent le microscope comme une boîte noire. Or, pour comprendre ce que l'on voit dans un microscope, il ne suffit pas de regarder, il faut faire. Par exemple, notre conviction qu'une certaine partie d'une cellule existe bien est renforcée parce qu'au cours de l'observation au microscope, je peux, par exemple, effectuer une micro-injection dans cette partie de la cellule : je vois la minuscule aiguille de verre que j'ai préparée perforer la paroi de la cellule et je vois les gouttelettes s'écouler au fur et à mesure que j'actionne le piston de ma seringue. Plus généralement, c'est en pratiquant (= en faisant, non en regardant) nous dit Hacking que j'apprends à faire la différence entre un artefact instrumental et la structure réelle. « C'est de la compétence pratique que naît la conviction ». 3/ Ceci dit, cette confiance dans le microscope a une longue histoire. Les microscopes ont longtemps posé de nombreux problèmes techniques. Ian Hacking estime que la réussite d'A. Van Leeuwenhoek est davantage imputable à son invention de l'éclairage en fond noir qu'à la qualité des lentilles de son microscope. En fait, cette invention est la première d'une longue liste : inventions de microtomes, des colorants, des sources de lumière pure, des fixateurs, de la centrifugeuse, etc. Beaucoup de progrès en microscopie n'ont en réalité rien à voir avec l'optique. Si l'on se penche sur le microscope *stricto sensu*, on compte environ huit aberrations principales en microscopie optique de base. Les aberrations de sphéricité et les

aberrations chromatiques sont les deux catégories les plus importantes. Les premières sont dues au polissage des lentilles que l'on obtient au moyen de frottements aléatoires. Cela produit une surface sphérique sur laquelle les rayons ne convergent pas au même endroit. Les rayons éloignés de l'axe donnent des taches. Même si, théoriquement, le problème était bien circonscrit, il fallut longtemps pour trouver une solution pratique qui permette d'éviter ce type d'aberration (en combinant lentilles convexes et lentilles concaves). Les aberrations chromatiques, quant à elles, sont dues à la différence de longueur d'onde entre des lumières de différentes couleurs. Un rayon rouge et un rayon bleu partant d'un même point auront un point focal différent. Il fut possible de fabriquer un microscope achromatique en changeant l'indice de réfraction des lentilles grâce à du '*flint glass*', verre à forte teneur en plomb. Cette technique permet d'éliminer l'aberration pour le nombre déterminé de longueur d'onde de rouge et de bleu. Même s'il suscita un engouement, avant 1860, le microscope n'a produit que fort peu de découvertes. La nouvelle microscopie est imputable en partie à Abbe et à l'utilisation de colorants à base d'aniline (qui permet de colorer la matière vivante en général, transparente). Ernest Abbe, auteur de la théorie sur la diffraction, a permis à la société Carl Zeiss de devenir la plus importante entreprise d'optique. Abbe s'intéressait notamment à la résolution, c'est-à-dire à l'obtention d'une image nette lors d'un grossissement. Grâce à une expérience sur la diffraction, il comprit que l'image de l'objet est produite par l'interférence des ondes lumineuses émises par l'image principale et des images secondaires de la source lumineuse produites par la diffraction. Cette théorie permit d'améliorer la qualité des microscopes produits par l'entreprise, mais ne fut adoptée que bien des années plus tard. En effet, cette thèse conduisait à la conclusion « qu'il n'y a aucune comparaison entre la vision microscopique et la vision macroscopique ». Tout change après la Seconde Guerre Mondiale. En voulant rendre observable le matériau vivant, on utilisa ses propriétés biréfringentes variables. En ajoutant un polariseur et un analyseur au microscope, on obtient une image visible d'un muscle strié par exemple. L'invention du microscope polarisant renforça la théorie d'Abbe et permit de mettre au point différents types de microscopie. En effet, les scientifiques ont compris, grâce à la mise au point du microscope polarisant qu'il « est possible d'étudier la structure d'un échantillon en utilisant n'importe quelles propriétés de la lumière qui entre en interaction avec lui ». L'auteur décrit la microscopie à ultraviolet, la microscopie à fluorescence, la microscopie à contraste de phases, la microscopie à contraste d'interférences et enfin la microscopie à interférences. 4/ Après avoir fait état de la longue histoire des microscopes au cours de laquelle s'est construite la confiance dans ce type d'instrument, reste une question à laquelle l'auteur souhaite répondre : y a-t-il d'autres arguments qui viendraient renforcer la thèse réaliste ? Ian Hacking raconte ces expériences en laboratoire à partir desquelles il va proposer deux arguments devenus fameux.

3.1 L'argument de la coïncidence : avec un microscope électronique, une équipe observe des corps denses sur des globules rouges. Pour vérifier que ce ne sont pas des artefacts (= des effets indésirables), les chercheurs utilisent un autre type de microscope : le microscope à fluorescence. Cet argument devenu célèbre est l'argument de la coïncidence. Il s'agit ici d'utiliser deux microscopes différents utilisant des propriétés différentes de la lumière.

3.2 L'argument de la grille : dans le cadre de la préparation des corps denses, les chercheurs utilisent une grille microscopique pour fixer ces derniers. Chaque carré de la grille est marqué d'une lettre. Ils réalisent des microphotographies électroniques, puis des microphotographies à fluorescence. En comparant les deux microphotographies, ils observent le même agencement sur les parties marquées de la même lettre. La grille observée au microscope est réelle, puisqu'elle montre exactement les mêmes caractéristiques que celle faite en grandeur nature (et notamment la lettre inscrite au départ). De plus, le procédé de fabrication est fiable. On peut vérifier le résultat avec n'importe quel microscope, on obtient toujours la même image. Si on peut discerner la même structure (les corps denses) en utilisant différents aspects

des ondes lumineuses alors on ne peut penser que cette structure est un artefact. Ceci dit, Hacking n'est pas naïf, les « images de structures » ne constituent qu'une petite part de ce qui fonde la confiance dans la réalité : les « éléments visuels » s'ajoutent bien à des modes de compréhension plus intellectuels et à d'autres types de travaux expérimentaux.

Enfin, la dernière partie tente de répondre à la question posée dans le titre. Il décrit le fonctionnement du microscope acoustique, dernier-né des microscopes, et le plus performant. Le signal électrique est d'abord converti en signal sonore, puis après interaction avec l'échantillon, il est reconverti en signal électrique que l'on visualise sur un écran. Ce nouvel appareil est très sensible à la densité, à la viscosité et à la flexibilité de la matière vivante. Il permet donc d'étudier la vie en observant les changements de viscosité et de flexibilité pendant que la cellule est en activité. Ce microscope permet-il de voir l'intérieur de la cellule ? Il nous permet déjà de dire qu'on ne voit pas « à travers » lui, mais « avec » lui. En effet, les informations qu'il fournit sont retransmises sur un écran. Hacking cherche donc à savoir si l'on « voit » avec un microscope. En microscopie électronique, il y a deux espaces, l'espace direct et l'espace réciproque. Les cristallographes utilisent beaucoup l'espace réciproque, car le proche est loin et le loin est proche, donc c'est plus naturel pour eux. Jusqu'où peut-on pousser le concept de vision ? En fait, ce que l'on voit avec un microscope, c'est la carte des interactions entre un échantillon et le rayonnement (c'est ainsi qu'est créée l'image). C'est donc une version de la vision très étendue : ainsi, on voit avec un microscope acoustique. Qu'est-ce qu'une bonne carte ? Une carte dans laquelle on aurait supprimé les artefacts. Est-ce que voir avec un microscope signifie obligatoirement que les entités observées sont réelles ? Non. Mais nous sommes convaincus parce que i/ au cours de l'histoire de la microscopie, nous avons réussi à supprimer beaucoup d'artefacts et d'aberrations, ii/ parce que nous pouvons intervenir sur ces entités (par exemple, des micro-injections), iii/ parce que des instruments utilisant des principes physiques différents nous permettent de voir des structures identiques, iv/ parce que nous comprenons les principales lois physiques utilisées pour l'instrument (mais ce point joue un rôle mineur), v/ parce que la biochimie, discipline différente, confirme nos observations.

Compléments

Bibliographie sur laquelle s'appuie l'auteur :

Apports spécifiques : Hacking met l'accent très nettement sur la nécessité, en philosophie des sciences, de prendre en compte les pratiques réelles des scientifiques pour ne pas finir dans un cul-de-sac réaliste. Cet article est vraiment l'un de ceux qui a inauguré le tournant pratique en philosophie des sciences.

Commentaires :

Divers :

Cette notice a été réalisée par Catherine Allamel-Raffin :

catherine.allamelraffin@unistra.fr