

Comment ‘envisonner’ un phénomène ? L'exemple de Horace-Bénédict de Saussure (1765)

Marc J. RATCLIFF
Université de Genève

Une tache aveugle : les transformations du savant

Cette recherche part du constat suivant : les travaux sur la construction du fait scientifique présentent une tache aveugle. Dans un cadre non réaliste, si le monde se construit, il n'est pratiquement jamais question de transformations du savant, c'est-à-dire du sujet qui construit le monde en question. Il s'agira ici de comprendre, dans le travail de laboratoire tiré d'un cahier d'expériences du XVIII^e siècle, les modalités de l'interaction constructrice du monde *et* transformante de soi. Comme hypothèse, on posera que, lorsqu'il est question d'innovation, le savant sort transformé de son laboratoire, avec de nouvelles cordes cognitives à son arc, de nouvelles représentations et de *nouvelles nécessités* qui restructurent son identité propre autant que l'objet et qui ne peuvent être sous-estimées par l'historien, pour une raison fort simple : à ne pas s'en occuper, il manque le cœur de l'histoire. Cette capacité d'auto-compréhension et de transformation de l'acteur, saisissable au niveau microgénétique, prend forme dans ce parcours du savant que Frederic L. Holmes a dénommé trajet d'investigation¹, dans le cadre d'une problématique ouverte il y a plusieurs décennies par le champ d'études des cahiers de laboratoire.

Pour Christian Jacob, il faut « prendre au sérieux l'intuition que la pratique des savoirs peut prendre parfois la forme d'un parcours. »² On doit alors respecter les nuances et ne pas confondre une rhétorique autobiographique postérieure aux événements, ni avec le trajet d'investigation, ni avec les moments de transformations et de prise de conscience par le chercheur, ni avec la pratique d'un savoir qui peut se développer sur un temps plus long. Le critère est simple : à s'intéresser, dans des cahiers de laboratoire, aux formes de l'irréversibilité, aux impossibilités de retourner en arrière, interactives ou personnelles, on se situe dans la zone articulant construction de l'objet et activités transformantes de l'acteur. En effet, à certains moments, au cours du trajet, le savant peut relire son histoire comme un développement, car il a vu *a posteriori* se modifier, s'accroître ou s'étendre plusieurs aspects : une réalité nouvelle, le contrôle accru sur un objet, des procédures permettant de produire un phénomène, des croyances éliminées, des incertitudes dépassées, des tonalités affectives désuètes, une terminologie consolidée, un périmètre cognitif renouvelé de soi-même, un fragment d'identité plus vaste ou multiple, etc. Ces transformations, parfois labellisées tardivement comme progrès, n'impliquent aucune téléonomie. Toutefois, au moment où il a

¹ Holmes, Frederic L., *Investigative Pathways: Patterns and Stages in the Careers of Experimental Scientists*, New Haven, Yale University Press, 2004.

² Jacob, Christian, « Cheminements », in Christian Jacob (dir.), *Lieux de savoir*, vol. II, *La main de l'esprit*, Paris, Albin Michel, 2011, p. 738-743, ici p. 740.

ouvert un nouveau secteur de l'espace des possibles cognitifs, l'acteur se retrouve pris dans une irréversibilité immédiate qui modifie et fane certaines des *conceptions antérieures du réel et de soi-même*. Ainsi la réalité construite, comme on le verra, loin d'être un jeu d'illusion, devient justement le corrélat externe d'une nouvelle nécessité interne par laquelle le savant, parvenu à dominer l'objet, ne peut plus s'y rapporter autrement. En sortant du laboratoire – comme de telle lecture ou de certaines interactions – *on ne peut plus voir certains segments du réel* comme avant d'y entrer. Alors que la sociologie de la traduction considère que les seules transformations pertinentes sont celles d'« objets nouveaux » en « choses »³, il faut aussi tenir compte de l'effet du processus de recherche et généralement du travail de construction des choses *sur* l'identité du chercheur : ce sont les transformations du savant.

Ludwik Fleck, qui avait vécu de l'intérieur l'expérience du laboratoire pour avoir participé aux travaux sur la réaction de Wasserman, avait clairement signifié ces transformations du savant au contact du laboratoire : « l'élaboration d'une connaissance transforme celui qui élabore la connaissance de manière à l'adapter de manière harmonieuse avec la connaissance qu'il est en train d'acquérir »⁴. À la même époque Jean Piaget voyait dans l'adaptation un double mouvement, du sujet à l'objet et de l'objet au sujet, devenant ainsi la base de toute transformation, des connaissances et du sujet⁵. L'assimilation est une « structuration par incorporation de la réalité extérieure à des formes dues à l'activité du sujet », tandis que l'accommodation modifie les schèmes « pour les ajuster aux réalités nouvelles »⁶. Toutefois, ce mode d'étude en parallèle des transformations de sujet et de la genèse du fait scientifique n'a pas été suivi par les historiens et sociologues des sciences, même si diverses voix se sont faites entendre pour signifier quelque chose de ce parallélisme. Bachelard avait signalé que « dès qu'un effet nouveau, dès qu'une expérience, qui n'a jamais été réalisée, se produit, il y a une mutation de l'esprit du savant »⁷. Pour Rheinberger, le chercheur « fabrique ses objets, mais seulement dans la mesure où ceux-ci le fabriquent lui-même »⁸.

Toutefois, face à ce qui apparaît plutôt comme des déclarations d'intention – car ni les catégories employées ni les outils d'analyse ne portent sur les transformations du savant –, ce sont surtout des psychologues et des cognitivistes qui ont exploré ces mécanismes de transformation : Gruber avait pour cela proposé la notion de croissance lente (*slow growth*)⁹, articulant les microgenèses variées du quotidien à l'orientation d'ensemble d'un projet général.

³ Latour, Bruno, *La science en action*, Paris, La découverte, 1989, p. 143. Voir aussi p. 144 : « ce processus de transformation est très courant et se produit constamment aussi bien chez les profanes que chez les scientifiques. »

⁴ Fleck, Ludwik, *Genèse et développement d'un fait scientifique*, Paris, Flammarion, 2008 (1934), p. 153.

⁵ Piaget, Jean, *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*, Neuchâtel et Paris, Delachaux et Niestlé, 1936 ; id, *La construction du réel chez l'enfant*, Neuchâtel et Paris, Delachaux et Niestlé, 1937.

⁶ J. Piaget, *La naissance de l'intelligence*, *op. cit.*, p. 12-13.

⁷ Bachelard, Gaston, « Premier entretien public », in Gaston Bachelard *et al.*, *L'homme devant la science*, *Rencontres internationales de Genève*, Neuchâtel, La Baconnière, 1952, p. 214-239, ici p. 221.

⁸ Rheinberger, Hans-Jörg, *Toward a History of Epistemic Things : Synthesizing Proteins in the Test Tube*, Stanford, Stanford University Press, 1997, p. 226. La citation intégrale est plus difficile à rendre en français : « He or she [the scientist] makes them [the objects], but only insofar as they make him or her make them. »

⁹ Gruber, Howard E., *Darwin on Man : A Psychological Study of Scientific Creativity*, Chicago, The University of Chicago Press, 1981 ; Gruber, Howard E., « Insight and affect in the history of science », in Robert J. Sternberg & Janet E. Davidson (eds.), *The Nature of Insight*, Cambridge-London, The MIT Press, 1995, p. 397-431.

Il était ainsi possible d'étudier le rôle de l'histoire développementale personnelle tout en rejetant la linéarité des trajets développementaux¹⁰, sur la base d'une approche dite des systèmes évolutifs tenant compte des « transformations du champ cognitif qui prennent place lorsque le créateur est entièrement accaparé par son problème »¹¹. Avec Gruber, Grmek est parmi les rares chercheurs à avoir exploité une vision piagétienne de la découverte : « Piaget insiste sur ce point – la transformation fondamentale est lente ; ce qui est brusque ce n'est pas la construction mais la prise de conscience, la compréhension terminale au moment de l'achèvement structural d'un stade »¹². Ce problème des *rythmes* des transformations a toutefois peu été exploré par la suite, faute de s'intéresser aux transformations du savant. Nancy Nersessian, qui étudie les modèles mentaux au sein de systèmes de cognition distribuée, a considéré que « l'innovation dans la technologie et les pratiques de laboratoire se produisent continuellement, comme c'est le cas de l'apprentissage, du développement et du changement chez le chercheur de laboratoire »¹³.

Il s'agit, comme pour Gruber, de systèmes évolutifs, où chaque élément, acteurs, ressources ou artefacts peut être l'objet d'une "biographie" au sens que Lorraine Daston lui a donné : s'insérer dans un temps, suivre un parcours dans un contexte d'activité scientifique et être sujet à des transformations¹⁴. Enfin depuis les travaux de Ronald Giere, le modèle de la cognition distribuée, qui voit la connaissance comme répartie « dans un système comprenant les humains et les artefacts »¹⁵, rappelle, d'une part, que tout élément d'un système peut jouer un rôle et peut se modifier¹⁶. Mais si tout peut se modifier, pourquoi, d'autre part, certaines modifications sont-elles pertinentes et s'accrochent-elles à la réalité, et non d'autres ? La réponse passe par la construction d'un système catégoriel au centre duquel la notion d'*envisonnement* joue un rôle important. Pour mettre en évidence la construction de ce système catégoriel et les transformations du savant qui s'en suivent, j'ai mené une enquête sur un cahier de laboratoire du XVIII^e siècle d'Horace-Bénédict de Saussure¹⁷ dans lequel se trouve une découverte

¹⁰ Gruber, Howard E., « The evolving system approach to creative work », in Doris B. Wallace & Howard E. Gruber (eds.), *Creative Men at Work*, Oxford, Oxford University Press, 1989, p. 3-24, ici p. 21.

¹¹ H. E. Gruber, « Insight and affect... », art. cit., p. 427.

¹² Grmek, Mirko D., « Quelques mythes méthodologiques en histoire des sciences », in Claude Blanckaert, Jean-Louis Fischer, Roselyne Rey (dir.), *Nature, Histoire, Société. Essais en hommage à Jacques Roger*, Paris, Klincksieck, 1995, p. 21-27, p. 27. Sur un emploi plus récent du modèle piagétien, voir Cavicchi, Elizabeth, « Faraday and Piaget : Experimenting in relation with the world », *Perspectives on Science*, 14, 2006, p. 66-96.

¹³ Nersessian, Nancy J. *et al.*, « Research laboratories as evolving distributed cognitive systems », in Richard Alterman & David Kirsh (eds.), *Proceedings of the Twenty-Fifth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Boston (MA), Cognitive Science Society, 2003, p. 857-862.

¹⁴ Daston, Lorraine (ed.), *Biographies of Scientific Objects*, Chicago and London, University of Chicago Press, 2000.

¹⁵ Giere, Ronald N. & Moffatt, Barton, « Distributed cognition : Where the cognitive and the social merge », *Social Studies of Science*, 33, 2003, p. 301-310, ici p. 303.

¹⁶ Bateson, Gregory, *Vers une écologie de l'esprit*, Paris, Seuil, 1980 (1972) ; Watzlawick, Paul, *Une logique de la communication*, Paris, Seuil, 1972 ; Morin, Edgar, *Le paradigme perdu : la nature humaine*, Paris, Seuil, 1973.

¹⁷ Il a été découvert par Roe, Shirley A., « Needham's controversy with Spallanzani : can animals be produced from plants », in Giuseppe Montalenti & Paolo Rossi (a cura di), *Lazzaro Spallanzani e la biologia del Settecento : teoria, esperimenti, istituzioni scientifiche*, Firenze, Olschki, 1982, p. 295-303, p. 300 ; Roe, Shirley A. & Mazzolini, Renato G. (eds.), *Science against the Unbelievers. The Correspondence of Bonnet and Needham 1760-1780*, Oxford, Voltaire Foundation, 1986, p. 229-230, n. 2, les ont brièvement décrits. Ils sont en outre signalés par Carozzi, Albert V., *Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799). Un pionnier des sciences de la terre*, Genève, Slatkine, 2005, p. 62. Depuis 1999, j'ai analysé ces cahiers sous divers angles dans quatre articles : Ratcliff, Marc J., « Temporality, sequential iconography and linearity in figures : the impact of the discovery of Division in infusoria », *History and Philosophy of Life Science*, 21, 1999, p. 255-292 ; id., « Pratiques, systèmes et laboratoire : Saussure et la

scientifique, celle de la division des infusoires, qui, réinterprétée en 1879 dans le cadre de la théorie cellulaire, deviendra la mitose. La découverte a été faite il y a 250 ans, le 17 septembre 1765.

Le travail de laboratoire

L'enquête

Le 26 août 1765 à 7 heures du soir, Horace-Bénédict de Saussure, ouvre à Genève un projet expérimental qui impliquera deux mois d'activité à plein régime. D'entrée de jeu, il réalise une série de mesures instrumentales, rapportées dans un cahier d'expériences, pour maîtriser au mieux un contexte d'où allaient rapidement naître, de concert avec les résultats expérimentaux, ordres et désordres de la génération des êtres microscopiques. Prises de date, mesures thermométriques liées à celle de l'heure forment des constantes programmées de l'enquête. Plusieurs schémas du travail expérimental et observationnel organisent le temps du laboratoire, schémas préconçus mais aussi inventés au fur et à mesure pour répondre aux nombreux problèmes que va rencontrer le savant au cours de ce périple. Parmi eux se trouve la consignation immédiate des traces : dès 1758, écrit-il, « Je me suis même imposé la loi sévère de prendre toujours sur les lieux, les notes de mes observations, & de mettre ces notes au net dans les vingt-quatre heures, autant que cela étoit possible »¹⁸.

L'objectif de l'enquête est de tester la théorie spontanéiste énoncée par John Turberville Needham (1750), selon qui les corpuscules de matière d'une classe organique (les animaux) se divisent à l'infini pour ensuite se recomposer dans le règne végétal et vice-versa¹⁹. Il y a transmutation de règne. Pour tester cette idée, il faut :

1. d'abord *déterminer* ces choses microscopiques – au sens de l'histoire naturelle du XVIII^e siècle²⁰ : les faire entrer dans une classe, animale, végétale, voire autre chose ;
2. voir si ces choses répondent aux critères de l'espèce ;
3. identifier, s'ils en ont, leurs mécanismes de reproduction.

découverte de la division des animalcules microscopiques », in René Sigris & Jean-Daniel Candaux (dir.), *H.-B. de Saussure (1740-1799). Un regard sur la terre*, Genève, Georg, 2001, p. 51-81 ; id., « Champ sémantique et champ scientifique : Saussure entre l'expérience du texte et l'expérimentation concrète », in Maria Teresa Monti (a cura di), *Antonio Vallisneri. L'edizione del testo scientifico d'età moderna*, Firenze, Olschki, 2003, p. 141-163 ; id., « Construction, découverte, et contexte de réalité dans la pratique de laboratoire », in Maria Teresa Monti (dir.), *Écriture et mémoire dans les carnets de laboratoire médico-biologique (XVII^e-XIX^e siècles)*, Milano, Francoangeli, 2006, p. 71-89.

¹⁸ Saussure, Horace-Bénédict, *Voyages dans les Alpes*, Neuchâtel, Fauche, 1779-1796, 4 vols., vol. 1, p. xi.

¹⁹ Needham, John Turberville, *Nouvelles observations microscopiques, avec des découvertes intéressantes sur la Composition & la Décomposition des Corps organisés*, Paris, Ganeau, 1750.

²⁰ Saussure, qui s'est formé comme botaniste autodidacte et correspond avec Albrecht von Haller à ce propos, en maîtrise les méthodes de classification et la nomenclature.

Pour ce faire, il faut observer ces corps microscopiques. Et auparavant, en avoir à disposition ; aussi l’un des schémas les plus élémentaires consiste-t-il à mettre en place un dispositif grâce auquel ils vont apparaître. C’est la recette de base des utilisateurs du microscope depuis Leeuwenhoek et Joblot. Il suffit de mettre dans de l’eau une matière organique (p. ex. du poivre, des feuilles de basilic, etc.) et de laisser infuser. Les corps microscopiques se montrent quelques jours plus tard dans ces « infusions » dont une vingtaine sont fabriquées par Saussure le premier jour. La matière première du travail est donc là, mais tout est à construire.

Je précise que de très nombreuses dimensions devraient être rapportées pour comprendre comment le chercheur en vient à construire un objet nouveau doté de nécessité interne. Je ne m’étendrai pas ici sur divers aspects, matériels, interactifs, épistémologiques, temporels, langagiers et en particulier sémantiques, sur les influences antérieures et les lieux où des problèmes spécifiques sont posés et résolus. Pour affronter l’inconnu, l’enquête engage le savant de manière totale et synthétique, dans une dialectique entre connaissances et routines déjà établies et construction de nouveaux outils et représentations (pratiques, cognitifs et sémantiques) qui mettent en jeu des processus ascendants et descendants. Dans cet ensemble, les procédés de l’envisonnement ne sont qu’une petite partie.

La calibration visuelle

Concentrons-nous donc sur les aspects plus proprement visuels. Au cours du travail, l’espace visualisé dans le champ du microscope soulève peu à peu des problèmes catégoriels : que voit-on, comment qualifier, nommer ces choses, leurs relations spatiales, temporelles et causales, leurs mouvements, leurs formes? Valides dans le monde macroscopique, les catégories employées vont être transposées, rebâties dans le nouvel espace ouvert par le microscope. Ainsi certaines molécules décrivent-elles des mouvements spécifiques, allant et venant ; d’autres ont un mouvement oscillatoire et progressif (§§3, 27, 39, 74, 164²¹). Sur cette base – la description des divers mouvements – se forge lentement une première typologie des animalcules. Il y a les lents, les rapides, de même qu’il y a les gros, les moyens, les petits ; les ronds, les ovales ; ceux du chanvre, du blé, etc. Rien d’extraordinaire toutefois, d’autres observateurs ont fait un travail similaire avant Saussure. Il ne s’agit que d’identifier des traits stables dans le milieu observé et, transposées, les catégories du mouvement, de la taille, de la forme et du type d’infusion font l’affaire.

La recherche des critères d’une authentique spontanéité est un des axes d’investigation des dix premiers jours de l’enquête, sur laquelle assurer la notion d’animalité – différente de celle de l’espèce. Et, s’il est un signe patent de l’animalité des corpuscules, c’est bien leur mort, comme il le remarque le 30 septembre à propos de ces corpuscules que « la sécheresse fait périr sans ressources » (§18). En parallèle, la calibration visuelle, signe des transformations perceptivo-cognitives du savant, se propage sur la perception de la taille des animalcules. En effet, depuis le début, Saussure développe des habitudes visuelles relatives aux plus petits animalcules. Ensuite, tout se passe comme si, une fois capable d’observer ces infiniment petits, cette capacité servait alors de plateforme pour en observer de plus petits encore. On entre là

²¹ Les § réfèrent aux paragraphes du journal d’observation, BGE, Archives Saussure Ms 63 et 64.

dans quelque chose de la *visualisation par zoomage* qui consiste à apprendre à voir au microscope, en appliquant à un terrain visuel nouveau une aptitude déjà présente sur un terrain visuel connu : le processus de visualisation progressif passe par la différenciation, à l’œuvre dès le 4 septembre où, pour une de ces observations, il dit « commence[r] à croire que l’apparence des petits d’hier étoit moyenne » (§40). Cinq jours plus tard, à propos d’infusions du chanvre : « ces Animalcules étoient plus petits & plus transparents que les plus petits grains que j’aye jamais vus » (§53). Clairement, Saussure accroît mentalement son acuité visuelle, c’est-à-dire qu’il distingue peu à peu des entités discrètes là où tout était auparavant continu. Le XVIII^e siècle a des préceptes épistémologiques généraux – que Saussure enseigne également – pour qualifier cette transformation : partant de point fixes connus et procédant de proche en proche, on passe « du connu à l’inconnu », routine nécessaire pour enlacer ensuite l’inconnu sans plus de bouées.

L’envisonnement

Cette visualisation ou calibration visuelle n’a pourtant encore rien à voir avec l’envisonnement qui, lui, traduit sur un mode catégoriel le problème central de l’innovation : comment faire, comme le dit Mirko Grmek, pour « voir ce que l’on n’a pas appris à connaître »²² ? On n’est plus ici dans de l’apprentissage, mais dans du développement, c’est-à-dire dans la construction de nouvelles formes de nécessité. L’envisonnement est justement un des couloirs catégoriels que l’on emprunte à cet effet.

Les premières traces d’envisonnement ont lieu lorsqu’il rapporte la seconde observation étendue sur la division, laquelle marque une rupture dans l’ensemble du cahier, car dès ce moment les autres orientations sont progressivement abandonnées pour se concentrer sur la division. Tôt le matin du 17 septembre, c’est une déception : une infusion de racine qui contenait des protées – une espèce changeant de forme – a séché. Saussure rajoute de l’eau distillée et en profite pour se remémorer le soir précédent où il avait identifié une nouvelle sorte d’animalcule sphérique formé d’une série « comme un drapeau » (§115). Quatre heures plus tard, à 11 heures, il revient voir et les protées sont là (§§116 et 117). Le paragraphe suivant, rédigé au même moment, vient rappeler en différé les autres phénomènes du matin relatifs à la division. Il avait déplacé des « ronds du chanvre » (§118) dans une goutte d’eau pure – qui ne les tue pas. Plusieurs d’entre eux présentent alors des étranglements plus ou moins manifestes, qu’il dessine (Fig. 1).

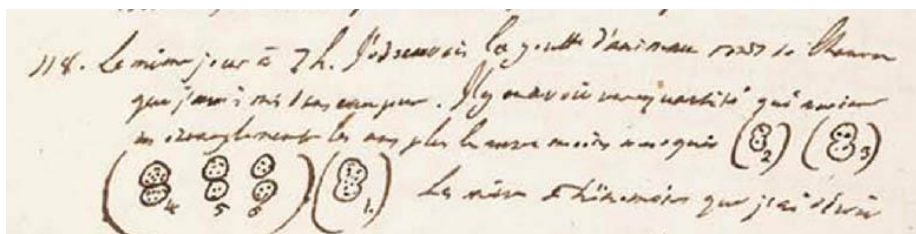


Fig. 1 : Croquis de la division des infusoires par H.-B. de Saussure.
© BGE, Archives Saussure, Ms 63, p. 92.

²² Grmek, Mirko D., *Raisonnement expérimental et recherches toxicologiques chez Claude Bernard*, Genève, Droz, 1973, p. 60.

Comme rappel, il rapporte la durée – 20 mn – séparant les premiers signes « insensibles » de la division de son achèvement. Il ajoute de l'eau, revient observer à 11 heures lorsque les corpuscules se sont multipliés, un seul restant en action. Il identifie d'autres mouvements, des frottements deux à deux sans union. Talonnant d'éventuelles erreurs dans la description du phénomène, il invoque immédiatement le rapport taille-nombre avant et après l'opération : « Les deux étoient plus petits. J'en juge très bien en ayant actuellement des uns & des autres sous les yeux » (§118). Indépendamment du fait que Charles Bonnet a probablement encouragé Saussure vers l'observation du rapport taille-nombre, l'expérience cognitive vient *coordonner* entre elles des catégories utilisées auparavant de manière dissociée et, ainsi, les transforme. Grâce à cette coordination catégorielle, l'*envisionnement*²³, c'est-à-dire la *possibilité catégorielle de s'attendre à voir autrement* une portion de réalité jusqu'à présent invisible ou vue différemment, peut désormais devenir évident en s'appliquant à certaines propriétés des animalcules. Au terme du paragraphe, il est environ 11h30 et, parmi les animaux « isolés », quelques-uns multiplient (§119). Il observe ensuite quelques protées, mais rien de nouveau n'apparaît.

Les envisionneurs

Le lendemain, 18 septembre, la multiplication des animalcules commence à appeler des variations, et Saussure commence à exploiter la répétition généralisatrice en variant les conditions d'expérience. Une partie des catégories utilisées auparavant pour déceler l'animalité va être déviée sur la division, passant de l'étude d'un état à celle d'un processus. Il met alors dans des vases isolés les « animaux grands du chanvre » (§125) préparés le jour d'avant, pour mieux les suivre. Certains se multiplient, il en évalue à présent toujours la proportion par rapport à l'ensemble de la goutte et suit leur comportement face à la dessiccation. La longue observation d'un corpuscule seul en train de se diviser – 20 mn – et sa notation précise servent de base pour conserver une attention focale plus longtemps qu'il ne l'avait fait auparavant. Lorsque le temps d'attention s'allonge, de nouveaux phénomènes se présentent et différents observateurs avaient insisté sur cette durée qui amène fatigue et nouveautés. Il cherche des corps avec un début de section et remarque alors un corpuscule sphérique tricapsulaire, au mouvement de rotation changeant de plan. Cette variation du plan, de l'horizontal au vertical appelle une catégorie inédite issue de cette nouvelle manière d'observer. De fait Saussure cherche dans le milieu d'autres mouvements à l'origine de ce changement de plan, sans plus de succès (§125). La division demeure l'objectif particulier et le rapport taille-nombre, qui en est le principal *envisionneur*, réapparaît : la majorité des corps sont de moitié plus petits que ceux du jour précédent, étant « plus ovales que leurs Pères » (§125). Une telle irruption de la paternité montre bien que Saussure a commencé à interpréter la division comme une relation générationnelle, certes conflictuelle avec la nature même de la division, comme avec cet autre concept entrevu qui permettait de capturer la métamorphose

²³ Parnes, Ohad, « The envisioning of cells », *Science in Context*, 13/1, 2000, p. 71-92, p. 73, avait le premier identifié l'envisionnement : « To envision indicates not simply to visualize, but also to envisage, to apply specific mental frames and epistemological categories. » Toutefois, l'idée n'a pas été développée sur le plan opératoire, l'envisionnement s'appuyant selon lui sur des « catégories épistémologiques » sans détermination et sans que les processus de construction et de différenciation en soient précisés.

du *un* en *deux* où le géniteur se transformait en progéniture...²⁴ Cette relation de parenté se confirme par l'apparition d'un « enfant quadruple » (§127) deux paragraphes plus loin, à partir du géniteur « dissous en ses quatre parties » (§127) et « décomposé en 4 animaux très distincts » (§127). Saussure cherche ses mots pour désigner cette incroyable forme de parenté. Il prend appui sur la nouvelle transformation *catégorielle* en employant l'envisonneur taille-nombre – issue de l'expérience cognitive – et en y greffant simultanément d'éloquents termes-images relatifs à la génération. Une telle transformation fusionne entre elles les catégories internes et la réalité externe en un indicible moment que l'expérience du texte vient justement rompre *en faisant participer une famille de termes – désignant la parenté – jusqu'ici empêchée d'entrer dans l'enquête*. Marque qu'un seuil a été franchi dans les processus de filtrage, l'apparition de ce « Père » disparu par sa métamorphose en « enfant quadruple » est une réalité perceptive et conceptuelle inédite, signe de la transformation catégorielle ayant affecté l'observateur et étape dans la construction d'un nouveau contexte de réalité.

Le corps globuleux est bien en train de se diviser. Les diverses parties qui le composent ont des mouvements propres et leur décollement se fait plus net. Une d'entre elles sort et « peu à peu elles se séparent toutes » (§125). Par la suite, Saussure surveille les pirouettes des corpuscules ovales durant une quarantaine de minutes sans discontinuer. Vers 9 heures du matin, Bonnet et Needham viennent lui rendre visite (§127), restent deux heures et vers 11h15 il se retrouve seul au laboratoire. Dans les paragraphes rédigés à partir de ce 18 septembre, la notation des durées et intervalles temporels se fait beaucoup plus détaillée. Rien que pour le 18, Saussure mentionne le temps précis de nombreux événements : « à 8h » ; « à 8h 22m. Il y a peut-être 3 m que je le vois » ; « à 34 m » ; « à 60 m » ; « à 11h et 15m » ; « à 11h 20 » ; « à 24m » ; « à 26m » ; « à 45m » ; « à 55m » ; « à 12h 20 » ; « à 35m » ; « à 55m » ; « à 1h 20 » ; « à 2h 5m » ; « à 3¼ h » ; « à 5h » (§§125-127). Un tel régime temporel se différencie nettement du rythme pratiqué dans la rédaction antérieure du texte, dont on peut se demander à quoi il est dû. Comme origine, il est difficile d'envisager autre chose que la double centration sur la dimension temporelle, tant par son assiduité dans le texte que par cette sorte de rétroaction par laquelle Saussure constate la présence du temps issu des étapes iconographiques de la division, auxquelles il n'avait pas pensé. Les mots-images dialoguent ici avec les catégories. Ainsi le modèle inédit se dévoile-t-il d'abord comme représentation, forme visuelle et temporelle, une sorte de sculpture animée du temps vivant. C'est probablement là un des effets de la notation temporelle (20 mn) faite à l'occasion du dessin de la division, jointe à la prise de conscience d'un temps spécifiquement iconographique (voir fig. 1). Il y a là une autre transformation catégorielle, une nouvelle mise en forme temporelle qui adopte la structure des *étapes* d'un processus étendu dans le temps, constituant ainsi un nouvel envisonneur, c'est-à-dire une détermination catégorielle-perceptive spécifique. Avant le 17, à l'exception du premier jour, Saussure rapporte le temps presque uniquement dans la première phrase de certains paragraphes. Par contraste, le 18, pour les observations concernant la division, non seulement la quantité de références temporelles augmente drastiquement, mais la temporalité s'insère en chaque lieu des paragraphes et, par sa précision, en modifie fortement les conditions de relecture et d'interprétation. Le paragraphe est désormais quadrillé par la notation

²⁴ Six jours plus tard, dans une lettre à Haller, il est question d'« un germe ou une mère préexistente » et non plus de père ; lettre de Saussure à Haller, Genève, du 24 septembre 1765, dans *CHS*, p. 214.

temporelle. Le nouvel envisionneur qui s’est mis en place porte sur le temps nécessaire à passer au microscope pour identifier la division. Les envisionneurs, on le voit, sont des « si ... alors » catégoriels dont la combinaison seule rend visible et nécessaire le phénomène nouveau.

La construction du contexte de réalité

Le 18, Saussure se met en quête d’une expérience discriminante. Il sépare alors l’infusion de chanvre en trois portions, ajoutant à la première trois grains de chènevis, à la seconde deux grains et un peu d’infusion du blé contenant divers animalcules et, à la troisième, des animaux du chanvre, avant de les arroser toutes d’eau distillée (§131). Deux jours plus tard, il prélève une goutte de la seconde lentille dont il décrit quelques animaux et en détecte un qui commence à se partager. Le repérage de l’invariance est de plus en plus évident : « La division s’est faite sous mes yeux précisément avec les mêmes Phénomènes que j’avois déjà observés » (§157). Deux nouveaux objectifs se font jour, en premier lieu, déterminer les circonstances concomitantes à la reproduction des animalcules, comme l’influence de la nourriture. Car la multiplication était plus féconde dans le premier verre de montre : « il y avoit beaucoup plus à manger dans celle-ci, parce que c’étoit la lunette dans laquelle l’Infusion avoit été premièrement faite, & qu’il y avoit 3 grains au lieu de 2 » (§157). Mais il y a aussi un objectif négatif, voir si à partir d’une infusion contenant des animaux donnés, d’autres sortes d’animaux apparaissent ou non. De fait, la troisième infusion ne recèle point de « gros du chanvre »²⁵. C’est pourquoi, sur ce triple constat – stabilité de la division, importance de la nourriture, absence d’espèce nouvelle non introduite – il rajoute : « Cette Expérience est un argument bien probable contre la génération équivoque, & en faveur de la multiplication de ces Animaux soumis aux loix ordinaires. » (§157). C’est ici la seule référence explicite à la génération équivoque dans tout le cahier, montrant bien comment l’entrée de termes théoriques dans le manuscrit est filtrée et doit résulter des expériences, provenir du contrôle ascendant.

Le jeudi 19 septembre, Saussure repère deux corps tournoyants, semblables à ceux du jour précédent, qu’il dessine en les indiquant par A et B. Se montrent d’autres corps sphériques, d’espèce indéterminée – échancrée ou ovale – qui suivent le même processus. Posés sur le fond, ils se mettent en boule puis commencent à tourner sur eux-mêmes. Durant une heure et demie, il observe cinq à six animaux d’espèces différentes – il utilise bien le terme *espèce* – situés à diverses hauteurs du fond, qu’il indique par de nouvelles lettres (G, D, E, H, C). Les corpuscules ne se laissent pas distraire de leur manège, malgré les chocs dus à d’autres animalcules ou aux mouvements de l’eau. Une heure et demie durant, les mouvements restent continus ; ils cessent après deux heures, puis d’autres corps prennent le relais et viennent à éclosion dans une agitation générale. Il en voit tourner sur eux-mêmes, ressemblant à d’autres qu’il dessine au fur et à mesure dans un croquis qui condense plusieurs heures d’observations (fig. 2).

²⁵ Saussure semble se contredire ici entre les §131 – « j’ai mis des animaux du chanvre gros et petits » – et 157 : « dans la 3^e à laquelle je n’avois point insinué de gros Animaux ».



Fig. 2 : dessin de plusieurs corps tournoyants ajoutés progressivement durant quatre heures d'observations.
© BGE, Archives Saussure, Ms 63, p. 63.

C'est un petit monde bien vivant, bien animal, mais si différent ! Car on n'a jamais vu un chat se découper pour donner deux ou quatre chatons. Les compter... ceux qui sortent de chaque sphère ; trop de perturbations l'en empêchent, il y en a peut-être deux. Vessie crevée, une pellicule que laisse l'animal-mère transformé en sa progéniture, avec sa fissure d'où sortent les corpuscules. La syntaxe même est déroutée pour restituer ce qu'il voit – l'ancien – , distinct de ce qu'il peut désormais envisager – le nouveau. Après l'avoir décrite naissent quelques doutes : ne serait-ce pas une empreinte incrustée dans la matière granuleuse ? Voulant éclaircir la question, il utilise alors une soie de porc – déjà employée par Trembley pour maintenir les polypes retournés – afin d'écarter les animalcules obstruant la vision : l'effet inverse est obtenu, toute l'eau en est troublée. L'expérimentation active est pleine d'embûches. Il sort alors une partie de l'eau pour l'examiner séparément. Un corps rond suivi pendant une heure ne donne rien (§135). En revanche, ce qui ne laisse aucun doute, c'est le double phénomène de l'éclosion et de l'identité d'espèce entre les corpuscules éclos et ceux qui s'étaient mis à tourner le matin même (§135).

Au total, ce qui se joue dans ce long paragraphe – le plus long de tout le journal – est à la fois la suite et la synthèse de plusieurs lignes de réflexion et d'observation développées auparavant. C'est en effet le premier paragraphe où deux concepts majeurs agréés au cours de l'enquête, la génération et l'espèce, commencent à se coordonner entre eux. L'apparition de *termes et de concepts agréés*, ayant passé les fourches caudines de la prudence épistémologique, montre que les transformations catégorielles ont modifié l'assise nécessaire pour que des concepts s'appliquent aux phénomènes et aux corps observés. Cette assise forme le contexte

de réalité²⁶, articulant catégories, concepts et réalité et construisant des envisionneurs pour repérer de la nouveauté. S’y ajoutent divers résultats issus de l’expérience du texte : l’iconographie “lettrée”²⁷, la référence temporelle par étapes, et l’emploi d’une terminologie à l’essai. Ce nouveau cadre permet de repérer la division dès ses préliminaires chez un certain nombre d’animaux susceptibles d’amorcer leur séparation. Saussure les dessine tous successivement en les *rajoutant* au dessin initial, les décrivant sur plus d’un tiers du paragraphe 135. Quatre heures durant, ces sphères demeurent immobiles et il les voit ensuite « éclorre » (§135) les unes après les autres, produisant deux animalcules. Intervient alors à nouveau la notion d’espèce, après la séparation, dans un sous-paragraphe rajouté sur la page impaire : l’espèce est identique à celle des corpuscules issus des sphères. Autre preuve du processus, le sort du géniteur métamorphosé en progéniture, dont toutes les scories sont dans ce vague étui percé. Au final, Saussure achève la première partie du paragraphe en articulant les deux notions d’espèce (« les mêmes ») et de génération (« éclorre ») : « Mais ce qu’il y a de bien certain, c’est que je les ai vu éclorre, & que ceux que j’ai vu éclorre sont les mêmes que j’ai vus ce matin se poser & se mettre à tourner » (§135). Coordonner ainsi les notions d’espèce et de naissance qualifie un type particulier d’animalcules se reproduisant à l’identique, en conservant donc son espèce. À partir des catégories – nombre, taille, morphologie, mouvement, vitesse des corpuscules – dont certaines sont coordonnées et stabilisées, Saussure est parvenu à articuler des concepts physiologiques pour cerner le processus du cycle reproductif d’une espèce microscopique. D’ailleurs peu utilisées dans ce paragraphe, les catégories cognitives montrent ici leur fonction de relais s’effaçant après avoir permis la construction d’un envisionneur – l’idée formulée mais non labélisée de « cycle » – qui donne sens à des concepts déjà validés en contexte macroscopique. Les catégories ont servi d’échafaudages pour construire des concepts naturalistes référés à des phénomènes ou objets, pour être ensuite dépassées (tout en étant conservées) une fois l’articulation des concepts devenue suffisamment pertinente et systématique pour se passer des béquilles catégorielles sur lesquelles ils reposent. C’est le sens du chemin menant des transformations catégorielles au nouveau contexte de réalité.

Les envisionneurs comme objets heuristiques

Le statut des envisionneurs

Quel est donc le statut de ces envisionneurs ? Rappelons en quoi ils consistent :

1. Rapport taille-nombre : un gros se transforme en deux petits (ou quatre) ;
2. Durée du processus : il prend une vingtaine de minutes ;

²⁶ Sur cette notion, voir M. J. Ratcliff, « Construction, découverte et contexte de réalité... », art. cit., p. 71-89.

²⁷ L’iconographie est en effet « lettrée », c’est-à-dire que c’est la première fois que Saussure utilise des lettres pour désigner des corpuscules précis dans son dessin. Ce lettrage, qui hache le texte, tout en lui donnant une précision référentielle majeure, forme l’équivalent textuel de la stratégie temporelle adoptée, qui sectionne également le texte en autant d’étapes. De plus, l’iconographie donne lieu à des corrections que Saussure note dans le texte : ainsi pour l’animal H, « [1]a figure le représente trop petit, & son bord trop gros ».

3. Idée de cycle reproductif, formulée sans le terme.

On le voit, à se situer sur le plan macroscopique naturaliste, il n’y a rien là de bien nouveau ou spécial. Pour le dernier envisionneur, une jument fécondée par un cheval donne toujours des poulains ou pouliches, qui, une fois devenus adultes donnent encore des poulains et pouliches, et non pas des vaches ou des renards ; dans le cas du second envisionneur, l’embryogenèse et la mise bas prennent aussi un temps déterminé. En revanche, le rapport taille-nombre est particulier : la jument ne se découpe pas en deux ou quatre poulains. Mais, en termes arithmétiques, cet envisionneur taille-nombre ne pose aucun problème, d’où l’appellation de division.

Toutefois, et c’est bien là l’enjeu de l’innovation, Saussure ne se situe pas sur le terrain macroscopique, mais sur un territoire inconnu où toutes les catégories qu’il emploie au quotidien doivent être testées et validées – en réalité reconstruites sur ce plan nouveau²⁸. Chacun de ces trois envisionneurs fait appel à des catégories et à des combinaisons catégorielles différentes, reconstruites au cours de l’enquête et synthétisées dans l’envisonnement du phénomène. L’envisonnement est donc un acte synthétique dont les envisionneurs, qui en sont les éléments, sont des « si ..., alors ... » qui, combinés entre eux dans une totalité nouvelle, fournissent les conditions catégorielles d’envisonnement du phénomène labellisé comme division. Si c’est le cas, alors quatre problèmes émergent :

- a. Qu’en est-il de la nécessité ?
- b. Que faire des autres « si... alors » présents dans l’enquête ?
- c. Quelles sont les conséquences sur les modèles épistémologiques de l’expérimentation ?
- d. Quelles sont les conséquences sur la reproduction de l’expérience par d’autres savants ?

La nécessité des envisionneurs

Lorsqu’on sait lire l’heure, on ne peut plus faire comme si on ne savait pas la lire. Or ce n’est pas là une aptitude innée, mais bien une construction qui résulte de coordinations catégorielles complexes (entre l’espace, le nombre, la durée, la succession, etc.) devenues nécessaires c’est-à-dire *immédiatement accessibles dans leur résultat et inaccessibles dans leur processus*. Ce que je prétends ici, c’est que, après que le phénomène a été stabilisé, pour le savant, celui-ci *perd l’accès* aux dimensions incoordonnées qui précédaient la « découverte ». Fleck en rend compte lorsqu’il écrit qu’après la genèse du fait scientifique, « nous possédons maintenant des concepts aboutis avec lesquels nous ne sommes plus en mesure d’exprimer des pensées non abouties »²⁹. De même, pour Piaget, le passage, dans le développement de l’enfant, à une nouvelle structure de pensée *l’empêche dorénavant* de penser dans les termes et avec les

²⁸ La formulation même de cette problématique de « reconstruction sur un plan supérieur » est de Piaget, Jean, *L’équilibration des structures cognitives*, Paris, PUF, 1975, p. 99.

²⁹ L. Fleck, *Genèse et développement*, *op. cit.*, p. 152.

opérations et outils mentaux du moment précédent. C’est exactement ce qui se passe avec les envisionneurs, le savant s’étant lui-même transformé, sans téléonomie prévisible. Pris séparément, aucun des envisionneurs ne présente de nécessité, contrairement à leur coordination en une totalité – qui est justement la condition de possibilité *nécessaire* pour envisionner le phénomène. Cette totalité se laisse voir lorsque Saussure fait paraître, quatre ans plus tard, une brève lettre sur la découverte³⁰, unique publication issue de cette enquête³¹, et où le phénomène participe à présent de la *réalité* naturelle, assiégé justement par les trois envisionneurs faisant système.

Les autres « si... alors »

Une analyse des énoncés du journal de laboratoire met en évidence bien d’autres « si... alors ». Par exemple, le fait que si les corpuscules se nourrissent, ce sont nécessairement des animaux ; de même s’ils meurent. La liste serait longue et effectivement, le cas de la nourriture est pertinent, car il apporte une autre forme de nécessité, déterminant ces êtres microscopiques comme de véritables animaux – ce qui permet aussi de contester l’interprétation de Needham. En revanche ce à quoi on assiste, c’est que, une fois la découverte effectuée, les formes de l’implication vont se renverser. Tout le début de l’enquête consiste à établir, sur un mode ascendant (bottom-up) d’abord leur animalité, puis leur statut d’espèce, en identifiant les caractères stables (mouvement spontané, nutrition, mort notamment). Or, à la fin de l’enquête, les animalcules sont *devenus* une espèce – c’est-à-dire qu’ils tombent à présent sous le concept d’espèce dont le savant peut *déduire* les caractéristiques : mouvement spontané, nutrition, mort, reproduction. Etant passé au statut de concept, le traitement en devient donc descendant (top-down) et déductif : il n’est dès lors pas nécessaire de s’étendre à leur propos. Et finalement, les trois envisionneurs *contiennent* déductivement tous les autres : il est évident que si l’animal grossit avant de se diviser pour donner des spécimens de la même espèce et plus petits, c’est qu’il y a nutrition.

Les conséquences sur les modèles épistémologiques de l’expérimentation

Pour les historiens et sociologues des sciences, les faits de laboratoire sont produits par des systèmes expérimentaux (Rheinberger) et confirmés par la répétition expérimentale. On peut représenter ce modèle par le schéma suivant, en forme de *doublet* où le système expérimental produit le phénomène (Fig. 3).

³⁰ Saussure, Horace-Bénédict de, [Lettre de Saussure à Bonnet du 28 septembre 1769,] in Charles Bonnet, *Palingénésie philosophique*, Genève, Philibert et Chirol, 1770, vol. 1, p. 428-430, ici p. 428. Italiques d’origine.

³¹ Une comparaison entre les aspects sémantiques des cahiers d’expériences et de cette courte publication montre que « ce qui est écarté lors du passage à l’écrit public, ce ne sont pas des termes, mais des champs sémantiques. » Voir M. J. Ratcliff, « Champ sémantique et champ scientifique », art. cit., p. 161.

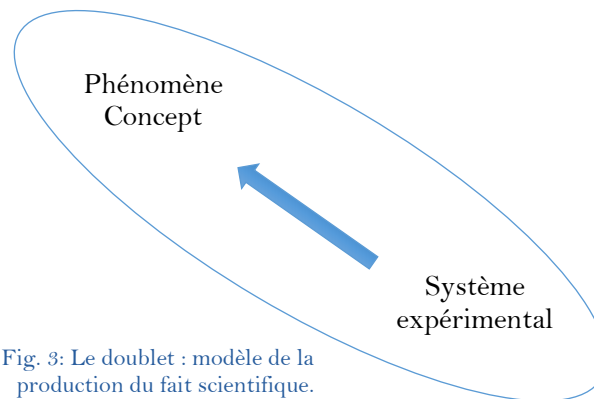


Fig. 3: Le doublet : modèle de la production du fait scientifique.

La mise en évidence du processus de construction catégorielle d'un phénomène et le regroupement des envisionneurs en une totalité permettant de l'envisionner apporte une nouvelle forme de nécessité. Du coup, ce modèle ne restitue pas l'intégralité des processus de construction du fait scientifique, car il ne tient pas compte des transformations du savant qui construit une nouvelle réalité catégorielle. Pour rendre compte de cette transformation créatrice de nécessité, il est nécessaire d'ajouter une composante au doublet, le système de construction catégorielle mis en place par le savant, justement pour affronter l'inconnu, à travers, notamment l'envisonnement du phénomène. On a alors à faire à un triplet (fig. 4) et non plus à un doublet.

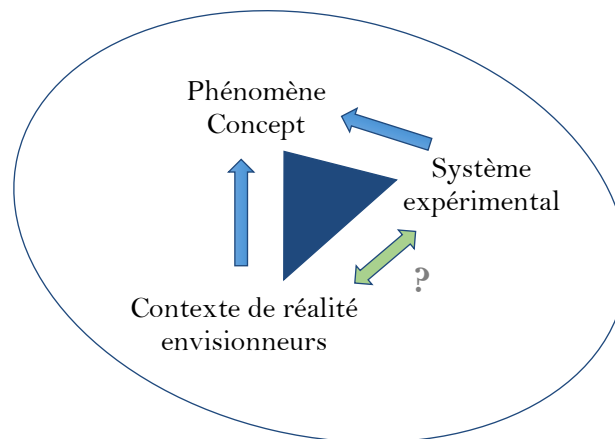


Fig. 4. : le triplet : modèle de la production du fait scientifique tenant compte des transformations du savant.

Les conséquences sur la reproduction de l'expérience par d'autres savants

Si l'unité de base des échanges scientifiques est un triplet et non pas un doublet, le processus de construction sociale du savoir en est directement affecté. En effet, il ne suffit pas dès lors de reproduire l'expérience, encore faut-il que le savant qui refait l'expérience réunisse les conditions catégorielles c'est-à-dire reconstruise le contexte de réalité permettant d'envisonner le phénomène. Le troisième sommet du triangle – transformations du savant et contexte de réalité – joue alors un rôle fondamental, et négligé par les études sur la répétition

de l'expérience, car ses composantes, les envisionneurs, contiennent la forme de nécessité interne qui permet de garantir, du point de vue du savant, l'existence du phénomène. Le contexte de réalité – et les envisionneurs – qui passent en filigrane dans la publication princeps, vont donc servir de plateforme d'orientation pour les modifications dirigées des acteurs qui reproduiront l'expérience. On peut alors chercher, des transformations du savant réalisées au sein de l'expérimentation princeps, ce qui constituera le modèle d'un *contexte dirigeant la conviction* à propos de ce phénomène prenant place dans la dynamique sociale. Les questions sont alors les suivantes : un savant qui réplique le phénomène – plus encore qui le retrouve seul – utilise-t-il ou recrée-t-il aussi le même contexte de réalité ? S'appuie-t-il sur les mêmes envisionneurs ? Plus encore : l'absence d'un élément du triplet, y compris le contexte de réalité et ses envisionneurs, permet-il d'expliquer un résultat négatif lors d'une réplification d'expérience ? Si c'est le cas, cette approche du triplet permettrait de répondre au principe de symétrie de Bloor voulant que les résultats négatifs et positifs soient expliqués par le même modèle³². Une enquête sur les savants qui ont répliqué la découverte de Saussure apporterait des réponses à ces questions. À défaut de le faire ici, on peut établir la différence entre la création princeps du triplet et sa réplification par d'autres savants : lors de la reproduction sociale de l'expérience, les acteurs ont à disposition une version clef en main de la découverte, où le contexte de réalité et les envisionneurs sont présents dans le texte, mais occultés : en d'autres termes, dans le compte-rendu d'expérience, seul le doublet expérience → phénomène est saillant.

Alors que la création princeps a consisté, entre autres, à regrouper en une totalité nouvelle et implicative les différents envisionneurs, les savants qui répéteront l'expérience sont guidés par le texte abouti de Saussure, texte qui a effacé par sa nature même de texte abouti, les processus de construction qui l'ont vu se développer. C'est pourquoi ce qu'on nomme répétition de l'expérience suppose moins des phénomènes de confrontation à l'inconnu que de *reconstruction guidée* d'un triplet (contexte de réalité-expérimentation-phénomène) déjà garanti par l'auteur.

Conclusion

Dans la construction du fait scientifique, la tache aveugle est moins de l'ordre du réseau que des transformations internes du savant qui lui permettent de métamorphoser l'inconnu en connu. Le savant construit des formes de nécessité nouvelle qui, en-deça de l'analyse rhétorique, le rendent témoin de l'envisonnement du phénomène. Il est alors « *évidencié* » par l'envisonnement du phénomène même et non pas seulement *convaincu* par un discours. Mais cette transformation de la réalité et de soi-même a un prix : l'oubli du processus de construction catégorielle et de ses états antérieurs. Le statut de tache aveugle que prennent les transformations du savant est alors lié justement à la construction de cette nécessité interne, de cette nouvelle totalité irréversible – l'envisonnement – qui lui barre dorénavant l'accès aux processus par lesquels elle a été construite. La constitution progressive des

³² Bloor, David, *Knowledge and Social Imagery*, London, Routledge and Kegan Paul, 1976.

différents envisionneurs au cours du journal n’a encore rien d’irréversible. Toutefois – selon une dynamique d’interaction avec les phénomènes et l’écriture dont l’analyse est bien plus complexe – lorsqu’apparaît la nouvelle totalité qui s’exprime par la synthèse des trois envisionneurs dans l’acte d’envisonnement, les choses deviennent alors irréversibles et le savant ne peut plus voir le phénomène autrement. Reste à voir, lorsque d’autres savants vont reproduire l’expérience, lorsqu’ils sont convaincus, si l’on peut retrouver dans leurs écrits les mêmes formes de l’évidenciation – les envisionneurs – présentes chez l’auteur princeps, afin de construire une forme partagée d’évidenciation et non pas seulement de conviction.