

LES FRAGMENTS EN TANT QUE SUPPORTS D'EXPÉRIMENTATION : L'ENONCIATION VISUELLE DE L'OBJET SCIENTIFIQUE¹

DONDERO Maria Giulia

Fonds National de la Recherche Scientifique/Université de Liège

Résumé

Le but de ce travail est l'étude de l'objet scientifique entendu comme totalité constituée à travers la mise en relation de différentes visualisations expérimentales, voire de configurations fragmentaires et instables. Dans ce cadre, une première acception de « fragment » concerne une organisation de données issue de paramètres sous contrôle et répétables. Il s'agit d'une organisation provisoire et partielle, qui se manifeste en tant que visualisation, parmi d'autres, d'un objet de recherches qui est en train de se transformer, à travers différentes étapes expérimentales, en un objet scientifique tout court, à savoir en un objet stable et reconnu par une communauté. Nous ferons également l'hypothèse que les différents modes d'existence de l'objet scientifique (virtualisation, actualisation, réalisation, potentialisation) constituent une deuxième acception de « fragment » : ces modes peuvent être considérés comme des « fragmentations » en différents statuts existentiels de l'objet de la science (constitution des hypothèses, expérimentations diverses, modélisation, etc.).

1. MEREOLOGIES ET EXPERIMENTATION

Ce bref texte envisage d'étudier l'objet scientifique entendu comme totalité constituée à travers la mise en rapport de différentes visualisations expérimentales que nous concevons comme des organisations fragmentaires et instables. Dans ce cadre, une première acception de *fragment* concernerait donc une *organisation de données, constituée par des paramètres sous contrôle et répétable*. Il s'agit d'une organisation

¹ Je remercie de tout cœur Odile Le Guern pour la relecture attentive de ce travail.

provisoirement unitaire, qui se manifeste en tant que visualisation, parmi d'autres, d'un *objet de recherches* qui est en train de se transformer, à travers différentes étapes, en un *objet scientifique* tout court, à savoir en un objet iconique², stable et reconnu par la communauté à laquelle il est proposé.

Selon notre hypothèse, l'objet scientifique stable et reconnu constituerait une totalité *idéale* : idéale au sens où elle est envisagée au début de la recherche et constamment soumise à des ajustements pendant les étapes de l'expérimentation ; elle est idéale aussi au sens où elle est une totalité vers laquelle la recherche tend constamment et qui sera toujours fragilisée par d'autres recherches. Les différentes visualisations ne seraient en revanche que des fragments, chacun doté de sa propre *organisation énonciative* (chaque visualisation ressort d'un croisement de points de vue), *médiatique* (il peut s'agir de supports photographiques, de dessins, etc.) ainsi que de sa propre *organisation méréologique*. Par *organisation méréologique*, nous entendons l'ensemble des relations diagrammatiques que chaque visualisation établit avec son objet idéal, c'est-à-dire avec l'objet visé dont on fait l'hypothèse au début de la recherche. Cet objet idéal a une fonction régulatrice et fonctionne comme un horizon toujours présent bien que changeant tout au long des expériences. L'approche méréologique est utile afin de décrire les diverses relations entre l'objet scientifique dans sa totalité théorique et les perspectives qu'il offre à travers les différentes visualisations qui en sont proposées.

Par *relations diagrammatiques* nous entendons, suivant sur ce point Charles Sanders Peirce, un dispositif qui *exhibe* visuellement les *relations existant entre les parties [voire les fragments] d'un état de chose idéal et hypothétique* : les visualisations fragmentaires fonctionnent comme des supports d'expérimentation sur lesquels le scientifique travaille en les concevant comme des sources ultérieures de la réflexion théorique. Le domaine des diagrammes, à savoir des icônes abstraites, est donc à entendre comme le lieu de l'expérimentation. Ces visualisations permettent au scientifique d'expérimenter l'objet idéal dont il a fait l'hypothèse : à travers ces expérimentations il peut obtenir des réponses à des questionnements et à des « provocations ». Peirce dit précisément que les *expériences effectuées sur le diagramme* en mathématiques fonctionnent de manière analogue à celles pratiquées

² Sur la notion d'iconicité voir Bordron (2004).

en physique et en chimie sur un échantillon³. Cela reviendrait à dire que le diagramme est opérationnel au sens où son organisation topologique met à l'épreuve les hypothèses s'inscrivant graphiquement dans son réseau de lignes. D'une certaine manière le diagramme, comme l'échantillon en physique ou en chimie, est un instrument qui a le pouvoir de valider ou d'invalider des hypothèses : dans ce sens, on peut le concevoir comme un instrument de laboratoire en lui-même.

Nous voyons dans l'exemple suivant (Figure 1) des diagrammes mettant en scène des équations constituant des formes plausibles, voire justifiables par rapport aux théories de la physique, qui sont censées produire une iconographie des trous noirs⁴, qui sont par ailleurs des objets purement théoriques.

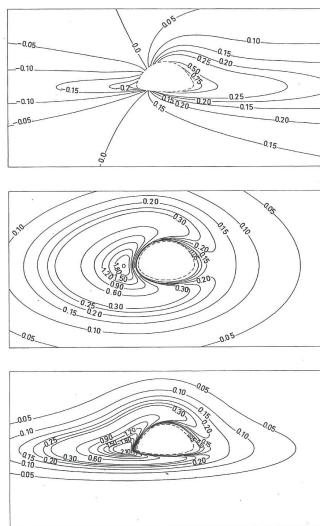


Figure 1. Jean-Pierre Luminet, Courbes du disque d'accrétion d'un trou noir selon différents points d'observation (Luminet, 1979, p. 234). Image reproduite avec l'autorisation de l'auteur.

Ces multiples visualisations d'équations ont pour objectif de *sonder toutes les combinaisons possibles* des valeurs mathématiques et des paramètres pertinents qui ont été mis en jeu par les hypothèses dans le cadre de la physique (les paramètres de la distance fictive d'observation, de la luminosité, etc.). La deuxième illustration (Figure

³ Voir à ce propos Chauviré (2008, p. 36 et sv).

⁴ Leur existence d'objets théoriques n'est que le résultat d'un certain nombre d'hypothèses formulées à partir de modèles mathématiques, de la théorie de la relativité générale et d'un certain nombre de phénomènes de la topologie cosmologique.

2) met en scène une iconographie qui est le résultat final de la composition des hypothèses validées.

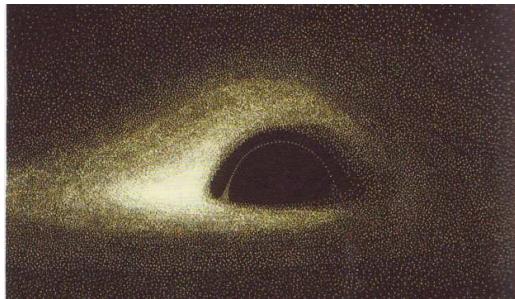


Figure 2. Jean-Pierre Luminet. Photographie virtuelle d'un trou noir, calculée en 1979 sur ordinateur. Image reproduite avec l'autorisation de l'auteur.

Les visualisations mathématiques expérimentent des *situations possibles* de l'objet idéal visé, les trous noirs, envisagent les multiples façons dont les trous noirs *pourraient se configurer*. On s'aperçoit que les équations fonctionnent ici comme des instances énonciatives dont les produits imagés cherchent à trouver une médiation entre les valeurs mathématiques et une phénoménologie perceptive du raisonnement⁵ L'image finale fonctionne dans ce cas comme une condensation des possibles, comme une totalité qui résulte de plusieurs expérimentations visuelles : cette image finale, totalisante, a le pouvoir *d'arrêter* et de *stabiliser* la prolifération des manipulations expérimentales, les multiples fragmentations. En même temps que les possibles constitutions diagrammatiques se pluralisent — les tracés diagrammatiques fonctionnent comme une expérimentation identitaire de l'objet de recherche — apparaît la nécessité de leur donner une seule identité. L'iconographie de l'image finale est censée devenir le centre de gravitation identitaire de ces manipulations des possibles

⁵ Dans ces visualisations, chaque ligne correspond à une règle de calcul : globalement, ce qui est représenté peut être défini comme « un lieu de *transition*, qui assure le *passage* entre des *effectuations différentes* d'une même réalité mathématique, qui fait communiquer des *séries divergentes* » (Batt, 2004, p. 22, nous soulignons). Il s'agit de tentatives visuelles et de mises à l'épreuve de la façon dont la formation des trous noirs pourrait être justifiable. Ces visualisations mathématiques sont donc des *iconisations des possibles*, des icônes des relations qui *peuvent* s'engendrer. L'icône des relations est la définition que le philosophe et sémioticien américain Charles Sanders Peirce donne de *diagramme* : le diagramme est une icône de relations, des relations potentielles qui sont *condensées* dans une forme dessinée qui est à la fois *saisissable* (perceptibilité) et *manipulable* (virtualité). L'amplification des relations possibles se fait grâce à la condensation en une visualisation synthétique qui permet de *penser ensemble* et de rendre perceptibles les résultats des manipulations de ces relations.

pouvant provisoirement figer en une identité unique la pluralité des opérations mathématiques. En figeant les séries d'opérations et de manipulations, l'image calculée leur donne une existence institutionnelle que les trous noirs en tant qu'objet de recherches ne pouvaient pas avoir lorsqu'ils étaient encore « opérationnels » — et, d'une certaine manière, « fuyants ». L'image finale fonctionne, par rapport aux visualisations diagrammatiques, comme figement des possibles, comme un arrêt des opérations expérimentales : elle permet la constitution d'un *objet scientifique*. Le remplissage de l'espace « vide » des diagrammes, espace opérationnel, par une densité texturale et chromatique, ne fait qu'ancrer les opérations constitutives en une icône qui fait la moyenne des opérations accomplies et qui fige l'*objet scientifique* pour le présenter à un public en tant que totalité *nécessaire*⁶.

Les visualisations-expérimentations peuvent ainsi être conçues comme des laboratoires en soi : c'est à travers ce fonctionnement que leur statut de fragment et d'unité partielle et provisoire s'éclaire. La relation entre totalité et fragments pourrait donc se concevoir non pas, banalement, comme le passage d'un objet entier à des parties qui découlent ou dérivent de cet objet, mais comme un processus de stabilisation des connaissances expérimentales fragmentaires en un objet totalisant qui peut faire la « moyenne » des expériences, les expériences étant à concevoir comme des perspectives partielles et instables, qui restent toujours à valider. Les fragments ne sont pas à concevoir comme des formes mais comme des organisations de données transversales aux formes. Cette conception permet de penser le rapport entre totalité et fragments en dynamisme réciproque. La totalité n'est, au début, qu'une hypothèse à valider à travers des expérimentations (fragments) ; ensuite, elle est manipulée par ces mêmes expériences et elle change de méréologie jusqu'à trouver une forme finale, iconique ; à la fin du parcours de recherche, la totalité est une validation des compositions fragmentaires non plus seulement « opérationnelles », mais reconstituées en une unité systématique. Nous pouvons ainsi affirmer que le fragment ne se situe pas à l'origine du parcours de constitution de la totalité, mais il n'est pas non plus un simple résultat : il se constitue en

⁶ Nous ne voulons pas nous appesantir ici sur l'idée de totalité nécessaire, mais nous voudrions préciser qu'une composition de parties se révèle comme nécessaire lorsqu'on assiste à l'émergence de formes nouvelles qui n'étaient pas prévues au début de l'expérience. Voir, à propos de l'unité nécessaire chez Peirce, Chauviré (2008), sur la totalité en arts et en sciences, voir Dondero (2011b).

même temps que la totalité. La totalité est en transformation, de son état initial, idéal et hypothétique, en même temps que les « exécutions » fragmentaires, tout au long du parcours expérimental jusqu'à sa forme finale, vouée à la vulgarisation et à l'institutionnalisation. Il ne s'agirait donc pas de concevoir le fragment comme un « morceau » détaché d'une totalité figée a priori mais comme une manière de constituer par tentatives successives l'organisation méréologique d'un objet de recherches qui sera devenu *scientifique* seulement lorsqu'il aura trouvé une bonne stabilité au cours des différentes expérimentations partielles et fragmentaires. Cette stabilité est un horizon qui accompagne le parcours de transformation et de constitution de l'unité grâce au modèle fourni par l'hypothèse de départ, qui règle, ou au moins ajuste, et rend commensurables les différentes réponses apportées par les expériences. Les fragments sont donc à concevoir comme approximations, hiérarchisations des informations, transpositions diagrammatiques des relations entre données en attente d'être validées et de trouver une commensurabilité entre elles.

2. CONTOURS ET FRAGMENTS

Il faut préciser que la méréologie stable ne serait donc pas seulement caractérisée par la simple fixation des bords et des frontières, mais surtout par la manière dont *ces bords organisent les relations internes aux fragments eux-mêmes*.

Nous insistons : ces fragments ne sont pas des entités inertes ni, non plus, des entités compactes ; ils sont par contre identifiables comme des réponses partielles à un questionnement, donc comme des organisations *instables* qui cherchent à s''iconiser, voire à trouver des formes de commensurabilité, utilisables par une communauté scientifique.

Sur les rapports entre les bords, c'est-à-dire entre les contours visuels et théoriques de l'*objet scientifique*, d'une part, et ses fragments, d'autre part, nous voudrions revenir sur une proposition de René Thom (2006) affirmant que, dans le cas d'une totalité idéale, *le contour prolifère vers l'intérieur*, vers les fragments, en les organisant. Nous devons entendre le contour comme le contour théorique de l'*objet scientifique*, ce que nous avons appelé, avec Peirce, son état idéal, hypothétique. Les fragments-expérimentations testerait la validité locale et progressive des hypothèses par rapport à une totalité-

contour qui, d'une part, est la visée posée au point de départ, mais qui, d'autre part, se transforme au fur et à mesure selon les réponses fragmentaires aux provocations tout au long des expériences des scientifiques. On pourrait dire qu'il y a un dynamisme de la totalité idéale obtenu grâce à l'ajustement entre fragments, par la mise en relation entre parties de l'objet idéal dont rend compte le diagramme. De totalité idéale et hypothétique orientant l'organisation des fragments, elle devient une totalité validée à travers les manières dont les fragments ont proliféré vers les contours. Il s'agit, pendant tout le parcours allant d'un objet de recherches à un *objet scientifique*, de trouver un *accord plus ou moins parfait entre la fragmentation des expériences locales et un modèle idéal défini au tout début par une partition abstraite*.

Pour expliquer ces différentes organisations fragmentaires qui doivent trouver une commensurabilité en vue de constituer l'*objet scientifique* visé et par conséquent une unité visuelle et théorique, on peut mentionner au moins un type d'organisation de données qui résulte d'actes de manipulation des données, comme celui décrit par Bordron (2010). Il s'agit de la fonction d'écran, qui fait en sorte que des éléments différents peuvent composer une unité à travers des opérations d'unification :

Un écran donne, par exemple, une unité à une diversité de faisceaux lumineux, quelles que soient leurs origines. Ce principe peut être défini comme une fonction d'*arrêt* ou, ce qui revient au même, de *tri*. L'écran offre une unification par sélection. Il assemble des éléments en vertu de sa seule présence. On pense aux lumières émises par un projecteur de cinéma mais aussi aux couleurs sur une toile, sur une photographie, etc. [...] Remarquons également que l'écran révèle mais que, pour les mêmes raisons, il cache, conformément au double sens de ce mot. Comme les règles, mais selon un tout autre mode, l'écran *sépare parce qu'il unifie* (p. 31).

Un *écran* réaliserait l'isolement d'éléments à travers des règles d'unification qui dépendent de son organisation topologique, syntaxique, etc. L'*écran* équivaudrait d'une certaine manière au support formel au sens de Fontanille (2005) qui prévoit une certaine logique d'organisation topologique à laquelle les données récoltées à travers les expérimentations doivent se plier. Prenons, à titre d'exemple, quatre images de la

« même » supernova, Cassiopée A (Figure 3), qui mettent en valeur des configurations différentes des gaz, de leur vitesse et de leur température.

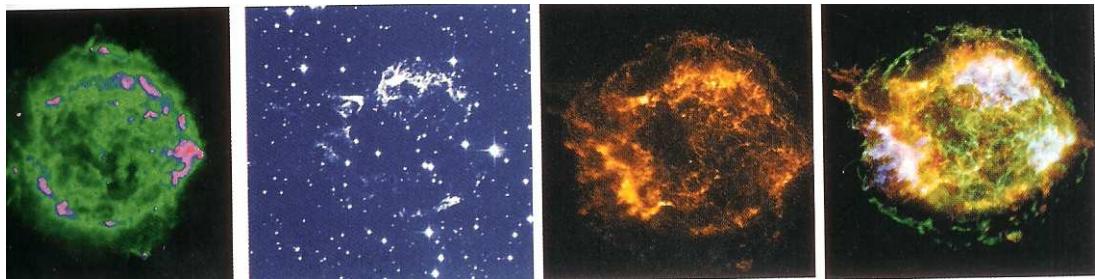


Figure 3. <http://chandra.harvard.edu/photo/1999/0237/>. De gauche à droite : NRAO/AUI ; MDM/R. Fesen ; NASA/CXC/SAO ; NASA/CXC/SAO.

Les règles d'unification disposées par chaque *écran* rendent compréhensibles et interprétables les données s'y projetant et assumant ainsi une configuration lisible et commensurable par rapport à d'autres fonctions d'écran et à d'autres types de règles d'unification et de tri. Il s'agit des fragmentations multiples d'un tout idéal.

Prenons d'autres exemples de différentes organisations et schématisations de données, et notamment les dessins des taches solaires, produits par Galilée en 1610, à travers une vision outillée par le télescope (Figure 4). Galilée retrace ici sur papier les proportions spatiales qu'il identifie à travers le télescope.

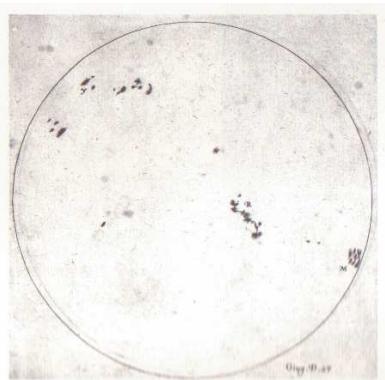


Figure 4. Taches solaires observées par Galilée en 1610 (G. Galilei, *Sidereus Nuncius*) Bibliothèque de l'Observatoire de Paris

Après avoir collecté un nombre important d'informations, Christopher Scheiner construit, à la suite des représentations galiléennes, les figures suivantes (Figure 5) en

tenant compte des déplacements des taches en relation avec l'indexation temporelle des mouvements du soleil.

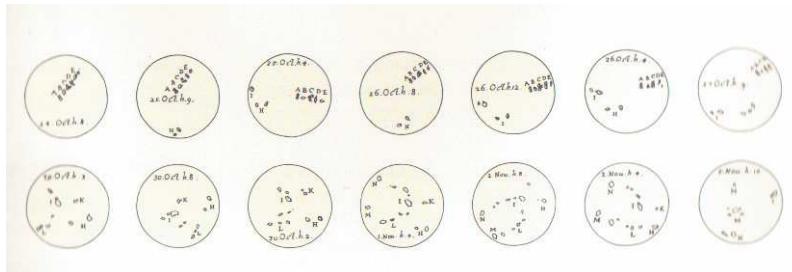


Figure 5. Christopher Scheiner, *De Maculis Solaribus*, Rome, 1613.

Ce type de représentation permet de rendre compte de l'orientation relative du soleil dans le ciel. Les orientations des taches peuvent ainsi être tenues sous contrôle par la mesure des rapports entre la rotation du soleil et la rotation de la terre. L'image suivante (Figure 6), intermédiaire, montre la relation entre les deux rotations et son effet sur le positionnement des taches enregistrées.

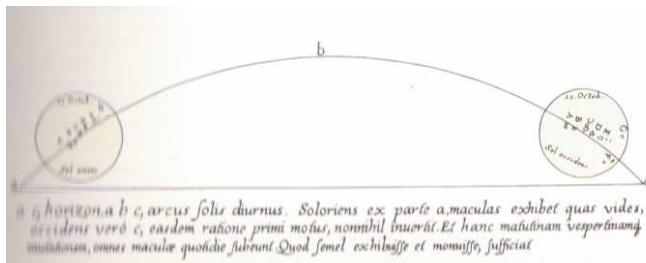


Figure 6. Christopher Scheiner, *De Maculis Solaribus*, Rome, 1613.

En 1630, Christopher Scheiner dans son ouvrage *Rosa Ursina sive Sol*, essaie de visualiser, dans un même disque stationnaire, le résultat de plusieurs mois d'observation, en reconstruisant justement les cycles entiers en utilisant comme support un seul disque (Figure 7). Il s'agit dans ce cas d'une récolte de données faite pendant une période de six mois.

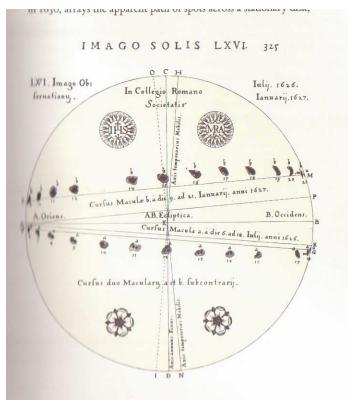


Figure 7. Christopher Scheiner, *Rosa Ursina sive Sol* (Bracciani, 1626-30).

Sur ce disque solaire sont inscrites les taches enregistrées tout au long de différentes observations⁷. La forme du soleil est gardée comme support fixe, fonctionnant en tant que référentiel des multiples résultats de sa rotation, référentiel sur lequel s'inscrivent les taches repérées tout au long d'une période d'un mois.

Par rapport à l'image visualisant la mise en séquence d'images du soleil où chacune rend compte de la position des taches par rapport à la rotation du soleil vu de la terre (Figure 5), cette dernière image comprime les données et reconstruit un cycle de positionnements en les rendant commensurables sur un support unique. Ce sera pourtant seulement avec l'image du diagramme-papillon (Figure 8) qu'on obtiendra une véritable compression des données et le changement de type représentationnel suite à une catastrophe de l'échelle temporelle.

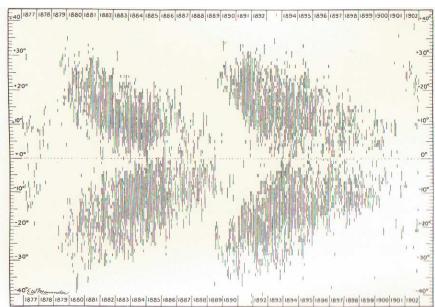


Figure 8. Edward Maunder "Notes on the distribution of the Sun-Spot in Heliographic Latitude, 1874 to 1902", *Royal Astronomical Society Monthly Notices*, 64 (1904).

⁷ On remarque en passant que des symboles religieux sont également inscrits afin de valider les données scientifiques !

Ce diagramme représente une période de vingt cinq ans, de 1877 à 1902. Publié en 1904 par Edward Maunder, il combine les micro détails des observations et la macro vision sur vingt cinq ans en visualisant un cycle de distribution des taches solaires entre le centre de chaque hémisphère et l'équateur. Les détails apparaissent inscrits et englobés par des patterns, on parvient ainsi à visualiser les variations locales par rapport à des régularités.

Avec le diagramme-papillon, l'organisation visuelle des données change complètement : avec le changement d'échelle, l'enveloppe de l'objet singulier de départ, résultat premier de l'observation, éclate. À la place de l'objet « soleil » contenant des taches, on obtient une schématisation de l'orientation temporelle des taches, ainsi que de leur intensité énergétique⁸.

Ces exemples brièvement décrits montrent le passage du dessin des taches solaires, résultat de l'observation à un moment donné, aux diagrammes des cycles permettant des prévisions pour les siècles à venir. Lorsque l'objet éclate en raison de la compression des données de différentes observations, les positions des taches sont extraites de l'enveloppe corporelle du soleil. Il est nécessaire de « perdre » l'enveloppe de l'objet observé afin de modéliser son fonctionnement sur une échelle temporelle importante. Si dans le dessin il s'agissait d'un objet maîtrisable par analogisation corporelle, ce type de rapport entre observateur et observé se transforme lorsqu'on inscrit des patterns sur des nouveaux supports qui sont censés les rendre traduisibles.

Ces deux types de représentations sont deux véritables organisations « à écran » qui nous permettent de distinguer entre ce que Pierluigi Basso Fossali (2003 et 2009) appelle la lecture plastique de l'énonciation plastique et la lecture figurative de l'énonciation plastique. Si le plastique s'autonomise complètement d'un support autographique, comme dans le cas du diagramme-papillon, l'énoncé plastique est

⁸ Ce diagramme servira comme point de départ d'une recherche ultérieure : à partir des conduites régulières des taches solaires tout au long d'un siècle, les physiciens du soleil construisent aujourd'hui des images de simulation des cycles électromagnétiques qui devraient avoir lieu à l'intérieur du soleil, dont les taches sur la surface ne sont que des traces. L'idée à la base de ces simulations est que les taches du soleil ne soient que des signaux d'une activité interne au soleil qu'on ne pourra jamais observer, mais qui est en train d'être étudiée à travers des simulations se fondant conjointement sur des modèles physiques et sur la vérification des enregistrements des taches sur la surface.

saisissable comme pure ensemble de patterns, d'oppositions chromatiques, eidétiques et topologiques : ce qui est requis ici est une *lecture plastique de l'énonciation plastique*. Dans les images intermédiaires des séries de dessins de Scheiner, on garde par contre un ancrage au support ce qui s'obtient grâce à la mise en valeur d'une mémoire discursive. C'est le cas des images des déplacements des taches solaires qui tient compte de la rotation de la terre autour du soleil. Il s'agit de la *lecture figurative de l'énonciation plastique* : on lit les traces des taches en considérant les gestes qui les ont tracées, en prenant en compte les mouvements, les rythmes de déplacement de la source d'observation. On relie le plastique aux circonstances de la production. Ici rentre en jeu une culture praxéologique, technique et technologique, ainsi qu'un imaginaire corporel en tant que référentiel de l'acte de lecture et de production. Il ne faut pas penser par ailleurs que ce soit seulement la lecture figurative de l'énonciation plastique qui mette en jeu une corporalité en mouvement. Si la lecture figurative met en scène un simulacre corporel d'une praxis institutionnalisée, à savoir un corps pris dans ce qu'on a appelé une culture praxéologique de l'observation, voire un corps expert des procédures de la fabrication, la lecture plastique de l'énonciation plastique et la signification textuelle qui en découle se fonde sur la lecture perceptive de l'image, sur les symétries, les rythmes et les écarts.

3. Méréologie et rhétorique. Quelques exemples

Comme nous l'avons dit auparavant, l'objet de recherches idéal est manipulé par les scientifiques à travers les images ou les séries d'images permettant de composer ce qui sera présenté comme un objet scientifique *unique*. Cette proposition permettrait d'analyser la manière dont un objet de recherche est monté, démonté, bref la manière par laquelle il commence à exister pour une communauté de chercheurs et devient communicable, mais aussi la manière par laquelle il devient reproductible et réutilisable pour d'autres recherches à venir. Finalement, les fragments qui constituent une totalité reconnue et partagée n'étaient au point de départ que des relations diagrammatiques. On pourrait dire qu'une *totalité* telle que l'*objet scientifique* stabilisé devrait toujours pouvoir garantir l'*extraction* des relations diagrammatiques qui le constituent pour les expérimenter sur d'autres objets. En fait, la notion de diagramme concerne des *relations*

transférables : c'est cette dernière caractéristique qui peut, d'une certaine manière, préciser le concept de méréologie dans le cadre d'une sémiotique de la connaissance expérimentale. Les relations diagrammatiques permettent d'envisager des procédures pour mettre à l'épreuve et pour expérimenter des rapports établis à partir d'un objet 1 pour la modélisation d'un objet 2. La conception peircienne de diagramme concerne en fait un dispositif ancré dans l'expérience, mais susceptible de servir de schéma organisateur pour d'autres expériences.

4. Modes d'existence dans la littérature scientifique

Venons-en à une autre perspective pour approfondir la notion de fragment de l'*objet scientifique* : il ne s'agit plus de la perspective de la *production* et de l'expérimentation mais, au contraire, de la rhétorique de la *présentation* de l'objet, dans ses différents développements, au sein de la littérature scientifique. À travers la littérature, il est possible d'examiner la manière dont un *objet scientifique* est présenté et décrit dans les différents genres textuels, de l'article de recherche jusqu'à la vulgarisation savante, qui est le genre qui stabilise socialement l'*objet scientifique* en le diffusant dans le cadre d'un public savant mais pas spécialisé⁹.

Le fragment sera donc considéré non plus seulement comme organisation des données due aux types de règles d'unification et de tri, mais il sera envisagé dans le cadre d'un parcours d'approximation en vue d'une pleine réalisation. Les *modes d'existence* d'un objet de recherches (virtualisation, actualisation, réalisation, potentialisation) « fragmentent » d'une certaine façon en différents *statuts existentiels* l'objet idéal qui ne sera institutionnalisé en tant que totalité réalisée que dans la vulgarisation.

Le fragment est donc à entendre ici non seulement comme une organisation de traits pertinents, mais comme un statut existentiel préparatoire en vue de la constitution d'une totalité. Le fragment est une organisation de données qui dépendent de la pertinence des paramètres et des points de vue énonciatifs mettant en jeu les parcours du virtualisé à l'actualisé, lorsque des grandeurs sont *mises en attente*, de l'actualisé au réalisé, lorsque

⁹ Le paradoxe étant que, une fois l'objet scientifique présenté dans le genre de la vulgarisation, il n'est plus un objet scientifique, à savoir un objet manipulable par un esprit expérimental, mais un objet accepté, qui a cessé d'être manipulé et expérimenté, bref un objet qui, une fois consacré en tant qu'objet scientifique, cesse de l'être.

des grandeurs sont *impliquées et mises en scène*, du réalisé au potentialisé et lorsque des grandeurs sont *attendues*. La totalité ne doit pas être envisagée comme une simple addition de morceaux, mais comme une succession de différents statuts existentiels caractérisant les différentes étapes de la présentation et de la mise en commun de l'objet.

Les modes d'existence permettent, nous semble-t-il, de penser la *flexibilité et l'ergonomie cognitive* de l'objet des recherches, ce dernier ayant plusieurs chaînes de transformations qui l'identifieront pour les différents publics.

L'objet est en fait avant tout imaginé (potentialisé) à partir d'hypothèses et modèles précédents et les images visant à représenter les résultats de l'investigation ou rendant visibles les comparaisons entre un modèle (virtuel) et des résultats obtenus (actuels) sont des approximations par rapport à celle qui sera choisie comme image identifiant un objet et qui sera présentée comme définitive dans le cadre de la vulgarisation. Du point de vue des modes d'existence, l'image choisie pour la vulgarisation peut normalement être considérée comme une image *réalisée*, tandis que la même image résultante d'une chaîne d'images déployée à l'intérieur d'un article de recherche vaudrait comme une image *actualisée* par rapport à la chaîne qui l'a produite, mais elle est *potentialisée* par rapport aux développements possibles de la recherche. Revenons à ce propos à l'image des trous noirs de 1979 que nous avons déjà décrite (Figure 2), appelée « photographie calculée » par son producteur Jean-Pierre Luminet qui, avec cette image, a donné le premier une visualisation des calculs mathématiques obtenus à travers des équations. Elle apparaît comme une image *réalisée* par rapport à la chaîne d'équations et de diagrammes qui ont permis l'expérience (Figure 1), mais elle est *potentialisée* par rapport à cette nouvelle chaîne d'images qui développe la notion de trou noir dans un ouvrage de vulgarisation savante de 2006 (Figure 9).

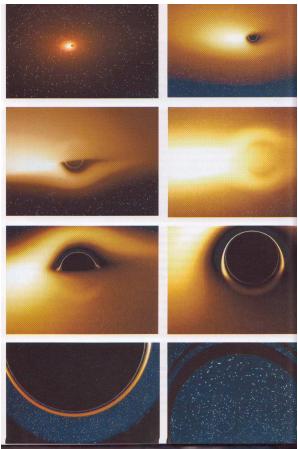


Figure 9. Jean-Pierre Luminet *Le plongeon d'un astronaute intrépide dans un trou noir*, (2006, p. 288), image reproduite avec l'autorisation de l'auteur.

Les équations à la source des diagrammes fonctionnent comme des actualisations des modèles mathématiques, qui peuvent, eux, virtualiser toute expérience de la physique.

Nous avons affirmé précédemment que normalement l'image de la vulgarisation est à considérer comme une image *réalisée*, mais on peut envisager des cas différents. L'image de vulgarisation proposée par Luminet (Figure 10), composition qu'il a travaillé en suivant le style de l'artiste hollandais M. C. Escher et du graveur G. B. Piranesi, est une image *potentialisée* provenant du domaine artistique et peut alors être considérée comme *potentialisée* au sens où elle permet à d'autres images *d'être « attendues »* pour ainsi dire.



Figure 10. Jean-Pierre Luminet, *Le Trou noir*, lithographie et dessin, 66 x 91cm, 1992. Image reproduite avec l'autorisation de l'auteur.

Cette image *potentialise* donc d'autres images plus « justifiables » et reproductibles qui « tardent » à se manifester parce qu'elles ne sont *pas encore entièrement mathématiquement justifiables*. L'extrême virtualisation des images mathématiques (elles ne sont pour le moment qu'imaginables) est *limitée* par cette image *potentialisée*. D'une certaine manière, cette image artistique apprivoise la difficulté de visualiser quelque chose qui n'a pas encore de bases mathématiques qui puissent entièrement la justifier.

Pour conclure

Les modes d'existence sont des outils importants pour développer une méréologie de l'image scientifique car ils peuvent expliquer les approximations de la recherche d'un point de vue temporel, mais surtout les déviations, les retards, les repentirs de la recherche et, plus généralement, l'archéologie d'un parcours de la pensée visant la constitution d'un objet, à savoir les pistes qui se sont présentées comme possibles et les prises de décisions effectuées.

Voici donc quelques propositions visant la description du montage et du démontage des objets scientifiques, du point de vue de la production (méréologie) et de la communication (modes d'existence). J'espère par ailleurs avoir ouvert une piste pour concevoir le fragment comme un dispositif de la connaissance scientifique et d'avoir montré qu'il est précisément diagrammatique et proprement expérimental.

Bibliographie

- Bordron, J-F. (2004) « L'iconicité », *Ateliers de sémiotique visuelle*, Hénault et Beyaert-Geslin éds, Paris, P.U.F, 121-154.
- Bordron, J-F. (2010) « Rhétorique et économie des images », *Protée*, 38, 1, 27-39.
- Chauvire, C. (2008) *L'œil mathématique. Essai sur la philosophie mathématique de Peirce*, Paris, éditions Kimé.
- Dondero, M. G. (2011a) « Sémiotique de l'image scientifique », *Signata Annales des Sémiotiques/Annals of Semiotics*, 1, 111-176.

- Dondero, M. G. (2011b) « La totalité en science et en art », in *Arts et sciences : une attirance*, Liège, PULg.
- Fontanille, J. (2005) « Du support matériel au support formel », *L'Ecriture entre support et surface*, Arabyan & Klock-Fontanille éds, L'Harmattan, 183-200.
- Luminet, J-P. (1979) « Image of a Spherical Black Hole with Thin Accretion Disk », *Astronomy and Astrophysics*, 75, 228-235.
- Luminet, J.-P. (2006) *Le destin de l'univers. Trou noir et énergie sombre*, Paris, Fayard.
- Peirce, Charles Sanders (1931-35) *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, 8 vol., numérotés en chiffres arabes, Hartshore, Weiss, Burks dirs., Cambridge, Harvard University Press.
- Thom, R. (2006), *Morfologia del semiotico*, Rome, Meltemi.

Légendes images

Figure 1. Jean-Pierre Luminet, Courbes du disque d'accrétion d'un trou noir selon différents points d'observation (Luminet, 1979, p. 234). Image reproduite avec l'autorisation de l'auteur.

Figure 2. Jean-Pierre Luminet. Photographie virtuelle d'un trou noir, calculée en 1979 sur ordinateur. Image reproduite avec l'autorisation de l'auteur.

Figure 3. <http://chandra.harvard.edu/photo/1999/0237/>. De gauche à droite : NRAO/AUI ; MDM/R. Fesen ; NASA/CXC/SAO ; NASA/CXC/SAO.

Figure 4. Taches solaires observées par Galilée en 1610 (G. Galilei, *Sidereus Nuncius*) Bibliothèque de l'Observatoire de Paris

Figure 5. Christopher Scheiner, *De Maculis Solaribus*, Rome, 1613.

Figure 6. Christopher Scheiner, *De Maculis Solaribus*, Rome, 1613.

Figure 7 Christopher Scheiner, *Rosa Ursina sive Sol* (Bracciani, 1626-30).

Figure 8 Edward Maunder “Notes on the distribution of the Sun-Spot in Heliographic Latitude, 1874 to 1902”, *Royal Astronomical Society Monthly Notices*, 64 (1904).

Figure 9. Jean-Pierre Luminet *Le plongeon d'un astronaute intrépide dans un trou noir*, (2006, p. 288), image reproduite avec l'autorisation de l'auteur.

Figure 10. Figure 10. Jean-Pierre Luminet, *Le Trou noir*, lithographie et dessin, 66 x 91cm, 1992. Image reproduite avec l'autorisation de l'auteur.