

# **L'argumentation de l'image scientifique : une affaire de méréologie**

Maria Giulia DONDERO

## **Introduction**

Ce texte vise à étudier, dans une perspective sémiotique, le discours scientifique de recherche et celui de la vulgarisation et notamment les images présentes dans ces deux genres de discours. Nous examinerons des travaux relevant de l'astrophysique et nous étudierons notamment la manière dont les images argumentent.

De manière générale, le texte de vulgarisation se définit comme une reformulation du discours scientifique proprement dit, à savoir du discours du spécialiste au spécialiste. Dans d'autres travaux (Dondero, 2010, Dondero et Fontanille, 2012), nous avons étudié la manière dont l'iconographie d'un objet est *reformulée*, voire *traduite*, tout au long du parcours allant de l'article de recherche jusqu'aux différents genres de la vulgarisation scientifique. La rhétorique propre au discours de vulgarisation vise à fournir aux objets de la recherche scientifique la *plasticité cognitive* nécessaire pour les adapter autant que faire se peut aux représentations concevables et recevables dans le monde de la vie quotidienne.

Les genres de la vulgarisation sont multiples et sont situés sur une échelle graduée du discours de spécialisation/transmission. On peut distinguer les genres discursifs selon les degrés décroissants de familiarisation demandés au lecteur. Au plus proche du discours scientifique des spécialistes se situe l'ouvrage de vulgarisation savante,

puis les articles publiés dans des revues de diffusion, tels que *La Recherche*, *Sciences et Avenir*, *Science & Vie*, les articles consacrés à la science dans la presse, jusqu'aux textes présents à l'occasion d'expositions dans les musées des sciences et lors de festivals des sciences, sans oublier enfin le genre de la BD et du court-métrage à vocation didactique.

Depuis longtemps, notre travail s'appuie sur la sociologie des sciences de Bruno Latour qui définit un référent scientifique comme une chaîne de transformations, de médiations, de filtrages à l'intérieur de laquelle quelque chose se conserve intact. Nous essaierons de comprendre ce qui se conserve intact dans les représentations visuelles de l'objet « trou noir », en passant d'un genre discursif à l'autre. Il s'agira de suivre l'évolution de cet objet de recherche tout au long de son parcours allant de l'article de recherche à la vulgarisation et notre approche sera énonciative et diachronique.

Pour mener à bien ce travail, nous nous appuierons non seulement sur la notion d'énonciation visuelle (Dondero, 2013), mais également sur la notion de rhétorique entendue comme un ensemble d'opérations méréologiques. Nous reprendrons à ce propos la théorie de l'iconicité de Jean-François Bordron, illustrée par ses deux derniers livres, *L'iconicité et ses images* (2011) ainsi qu'*Image et vérité. Essais sur la dimension iconique de la connaissance* (2013) et par un certain nombre de ses articles.

Dans l'un de ses textes consacrés à la rhétorique visuelle (Bordron, 2010), Jean-François Bordron s'inspire du tableau esquissé par le Groupe μ (1992 : 157) et affirme :

Il nous semble que la terminologie même utilisée par ces auteurs [les membres du Groupe μ] invite à considérer les opérations rhétoriques [la suppression, l'adjonction, la permutation, la substitution] comme des opérations méréologiques. Il s'agit toujours, plus évidemment chez Perelman, de lier et de délier, de séparer et de conjointre, de rapprocher et de distancier, de telle sorte que la rhétorique se présente plus comme une *gestuelle opérant sur des totalités et sur des parties* que comme une logique procédant par démonstration (Bordron, 2010 : 28, nous soulignons).

Bordron insiste sur le fait que « la rhétorique suppose en son fond l'idée d'un objet doué d'une *dynamique* » (*ibid.* : 28) : cet objet est donc le théâtre de gestes qui se font, se défont et se refont à travers des arrangements et des *compositions* multiples. C'est ce que nous verrons par la suite avec les diagrammes, que l'on peut entendre comme des compositions multiples et expérimentales visant à trouver une forme définitive qui puisse enfin définir un objet de recherche et le présenter à une communauté scientifique. Nous suivrons l'acception de rhétorique formulée par Bordron, qui l'entend comme une méréologie, ayant pour projet « de reconnaître des *actes* (séparer, fusionner, lier, unifier, partager) portant sur des *genres de relations* (partie/tout, liaison/diversité, unité/multiplicité, dépendances entre instances) » (*ibid.* : 39).

## 1. L'objet trou noir : des équations à l'image de vulgarisation

Venons-en à la transformation de l'iconographie de l'objet scientifique « trou noir » tout au long d'un chemin allant de l'article de recherche à la vulgarisation savante.

En quête des transformations pertinentes au sein des différents genres de la littérature scientifique, nous avons suivi de près l'évolution, en physique théorique, de l'iconographie des trous noirs, afin de comprendre la manière dont sont *modifiées* ou *conservées* les propriétés visuelles sous l'influence des objectifs de la recherche et de sa transposition didactique.

Les trous noirs sont des *objets théoriques* qui ne peuvent être ni filmés ni photographiés. En effet, les trous noirs sont non seulement théorisés comme des manifestations invisibles – ils sont décrits comme une sorte de gouffre qui attire la lumière et absorbe complètement les rayons lumineux, de sorte que tout ce qui l'approche disparaît – mais, de surcroît, leur existence n'est que le résultat d'un certain nombre d'hypothèses formulées à partir d'autres phénomènes de la topologie cosmologique. Leur configuration renvoie principalement à la théorie de la relativité générale, et elle est exprimée par des modèles mathématiques que les équations traduisent

et rendent opérationnels.

Dans l'article de recherche pris comme point de départ de l'analyse, qui a pour titre « Image of a Spherical Black Hole with Thin Accretion Disk » publié dans *Astronomy and Astrophysics* en 1979, l'astrophysicien Jean-Pierre Luminet traduit des équations en des diagrammes, voire en des dispositifs spatiaux qui, comme le dit le texte de l'article, mettent en scène les *conséquences observationnelles* de certains *fais mathématiques* construits par les équations elles-mêmes. En fait, les équations issues de la théorie de la relativité générale sont elles-mêmes censées produire des faits mathématiques, mais ces faits ne peuvent être réellement communicables que s'ils deviennent visualisables et observables.

Dans le cas précis de l'article de Luminet, les équations ne deviennent *opérationnelles*, et les faits « effectifs », que si elles sont testées, voire expérimentées, à travers des dispositifs visuels. N'oublions pas que les équations manipulent des valeurs concernant des positions, des degrés de luminosité, voire de degrés de résolution de la vision, par rapport à l'objet étudié, autrement dit des valeurs perceptives et énonciatives découlant de points de vue et de stratégies du regard, construits de manière expérimentale. Figure 1 :

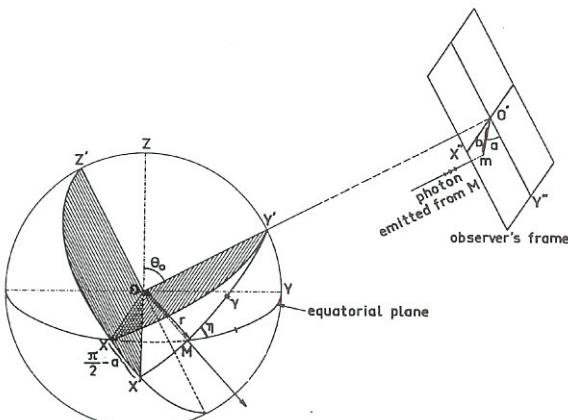


Fig. 3. The coordinate system (see text)

En ce cas, la visualisation est une expérience de pensée car elle *n'a pas d'autre référent que le processus expérimental lui-même*, dans l'exacte mesure où ce processus est capable de susciter une « fiction » visuelle. Toute la chaîne d'opérations est fictive, et néanmoins calculable, et ce caractère calculable maintient fermement le lien entre la fiction visuelle et le référent physique invisible. D'une certaine manière, la fiction visuelle étant sous un contrôle mathématique, on peut considérer que le raisonnement mathématique participe ici aux formes de l'expérience sensorielle.

Cette image a comme légende *Le système des coordonnées*. Cette légende indique que l'image dans la représentation du trou noir n'est pas construite à partir du point de vue d'un observateur (à savoir un point de vue impliqué dans une pratique visuelle et une topologie caractérisée) : cette visualisation est construite sous le point de vue de *nette part*, le point de vue de Dieu. De fait, l'observateur modèle n'est même pas soumis à un véritable point de vue, mais seulement implanté dans un *lieu générique* situé dans la partie droite de la visualisation. Le texte précise à cet égard : « Assuming that the observer is practically at *infinity* and at rest in the gravitational field of the black hole... » (*ibid.* : 230).

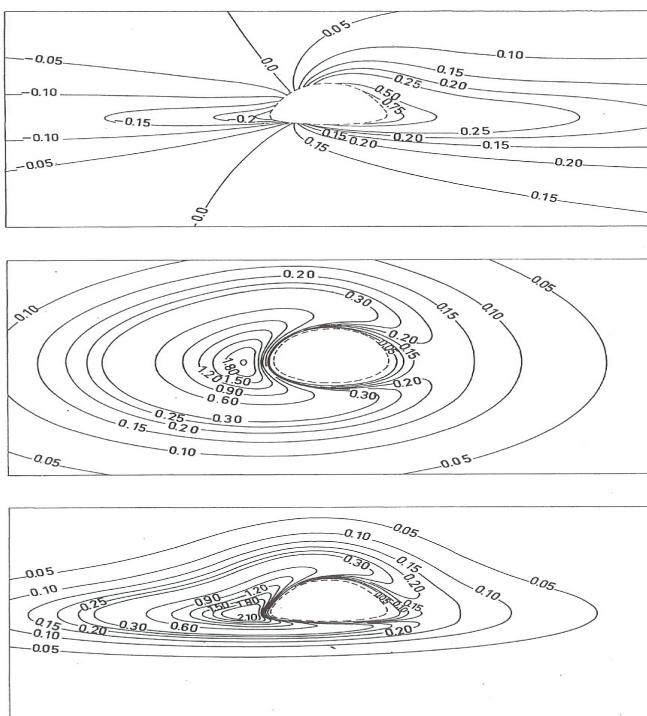
Nous avons donc affaire à une sorte de « méta-position » qui n'offre aux lecteurs/ observateurs aucune possibilité d'identification et de projection, car l'infini ne propose qu'une *position diffuse* dans le champ de la gravitation.

En ce qui concerne le texte verbal, sur lequel nous ne nous étendrons pas, il ne s'agit pas d'un texte qui décrit et argumente quelque chose pour en montrer ensuite l'image comme illustration concrète de la description ; bien au contraire, l'argumentation du texte verbal progresse par le biais des visualisations expérimentales. C'est la visualisation qui guide l'expérience, même si ce sont les équations qui donnent les coordonnées précises de cette visualisation.

Les équations agissent de manière paradoxale : elles doivent fonctionner selon un double régime ; d'un côté, elles ont un contenu constitué d'idéalités mathématiques ; et de l'autre côté, elles renvoient nécessairement à d'autres contenus, qui sont déjà des *contenus* de prévisualisation.

C'est l'équation qui donne l'ancrage que l'image ne peut pas produire toute seule, mais c'est en revanche l'image qui procure aux contenus figuraux des équations un espace *opérable*, un espace d'expérimentation diagrammatique ; en offrant aux valeurs des équations une manifestation figurative, elle leur procure donc une forme manipulable et *déclinable* en des *compositions plurielles* : nous retrouvons ici l'objet doté d'une dynamique, un objet en construction à travers des expérimentations qui en testent la plasticité méréologique.

Figure 2 :



Légende : Courbes vues d'un observateur à  $10^\circ$  en dessus du plan du disque d'accrétion, Courbes du flux constant en unités de  $F_{\text{max}}$ , vues d'un observateur à  $30^\circ$  et à  $10^\circ$  en dessous du plan du disque d'accrétion.

À travers ces séries de diagrammes, Luminet envisage d'étudier les trous noirs à partir d'un objet gazeux compact qui l'entoure, appelé disque d'accrétion, et qui est l'un des phénomènes qui intéresse au plus haut point l'astrophysique des hautes énergies. Ces visualisations franchissent un pas ultérieur par rapport à la transformation que nous venons d'observer dans la figure 1, transformation allant des équations à la métavisualisation ; les diagrammes de la figure 2 mettent en scène les multiples positions *possibles* de l'observateur. La légende en énumère quelques-unes : « Courbes vues d'un observateur à 10° en dessus du plan du disque d'accrétion, Courbes du flux constant en unités de  $F_{\text{max}}$ , vues d'un observateur à 30° et à 10° en dessous du plan du disque d'accrétion ».

La transformation systémique des paramètres pertinents (intensité lumineuse, distance de la source lumineuse, etc.) est révélée par la série cohérente des transformations visuelles. Les diagrammes visualisent la manipulation des paramètres de l'expérience même.

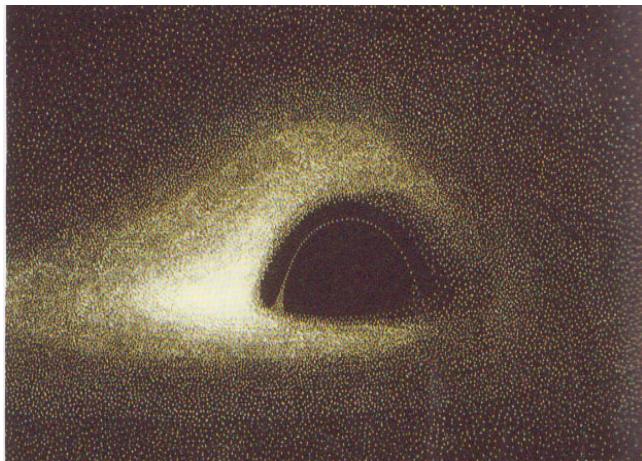
Dans cet article de recherche, les équations fonctionnent en somme comme des instances énonciatives qui visent à conjuguer des valeurs mathématiques et une phénoménologie perceptive du raisonnement ; elles jouent à cet égard un rôle de médiation entre un mode d'existence mathématique et un mode d'existence phénoménal.

Les séries d'équations et les visualisations qui en découlent ont en quelque sorte pour objectif de sonder toutes les combinaisons des valeurs mathématiques et des paramètres pertinents qui ont été mis en jeu par les hypothèses (les paramètres de la distance fictive d'observation, de la luminosité, etc.). Dans le cas de ces visualisations mathématiques, il ne s'agit pas d'une représentation d'objet, mais de la visualisation de situations possibles d'un système physique, tel qu'il pourrait se configurer sous telles conditions.

Dans ce parcours allant des équations vers l'existence phénoménale, qui amorce le parcours vers la vulgarisation, Luminet montre, à la fin de son étude, ce qu'il appelle une « photographie simulée d'un trou noir entouré par un petit disque d'accrétion » (qu'il appelle également *photographie calculée*). Ainsi prend forme la première iconographie des trous noirs, une visualisation synthétique qui permet

de *penser ensemble* et de rendre perceptibles les manipulations de l'ensemble des relations possibles.

Figure 3 :



Cette visualisation *condense* les relations en *une seule* forme graphique qui est à la fois *saisissable*, voire perceptible et *virtuelle*.

Il est évidemment très frappant que Luminet ait pu appeler *photographie calculée* cette image des trous noirs, une image de phénomènes seulement possibles, dont on ne peut capter aucune trace en tant qu'objet réel et identifiable. L'idée même d'une « photographie » d'un ensemble de possibles a quelque chose de paradoxal. La réflexion sur la rhétorique de l'exposé scientifique fournit un début de réponse (Bastide, 1985<sup>1</sup>) : en effet, tout article doit nécessairement aboutir à la proposition d'*une seule* forme iconique qui exprime l'identité de l'objet de la recherche. Et en effet, dans l'article qui nous retient ici, les diagrammes précédents fonctionnent comme une *multiplication identitaire* (FIGURE 2), et de ce fait même suscite une tension inverse, eu égard à la règle du genre, à savoir la nécessité de les inscrire *in fine* en une seule identité. La photographie calculée résout cette tension en proposant une *synthèse identitaire* (FIGURE 3) de ces manipulations des possibles et en figeant

<sup>1</sup> <http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/13-BASTIDE-FRpdf.pdf>.

provisoirement la pluralité des opérations mathématiques en une seule icône. Alors que le *diagramme* est toujours susceptible de manipulations opérationnelles, le fait de le traiter et de le considérer visuellement comme une photographie fait alors appel aux propriétés de l'empreinte *qui fige la fuite des possibles* en une *identité iconique stable*.

Cette fixation visuelle est en effet destinée à donner une *existence institutionnelle* à un objet pour une communauté scientifique, grâce à laquelle les formes diagrammatiques accumulées et stabilisées se présentent à l'observateur comme définitives, denses et non-manipulables, sur le fond d'une pseudo-singularité énonciative.

L'image finale de l'article de recherche, en excluant le rappel des échelles et des valeurs mathématiques, en effaçant les procédés de son énonciation, offre à la vulgarisation *un objet de recherche réifié parce qu'achevé*. En s'affichant comme une totalité, elle perd paradoxalement son statut scientifique (manipulabilité, expérimentabilité) pour ne devenir qu'un objet voué à la vulgarisation, qui procède à travers des critères différents. Pour reprendre le processus scientifique, il faudra défaire cette image même, tout d'abord en retrouvant ses paramètres de production/énonciation.

À partir de cette image, au moins deux types d'iconographie ont suivi chez le même auteur et ses collaborateurs. Nous appellerons le premier type *un emprunt aux pratiques de l'art*, le deuxième est en revanche identifiable à la « vue d'artiste » qui est la simulation d'un processus pas forcément maîtrisé mathématiquement. Les deux types d'images sont assez différents.

La première concerne l'emprunt que le scientifique fait au monde de l'art et à la culture plus généralement, la deuxième est le produit de la collaboration entre scientifiques et illustrateurs visant ensemble à simuler des opérations au travers d'images esthétiquement pertinentes<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> L'image scientifique devrait en principe être : (1) *informative* (elle répond à une question ou elle contribue au traitement d'un problème donné) ; (2) *digitalisable* (elle est constituée d'éléments disjoints et recombinables) ; (3) *modulable* (les modules sont des dispositifs visuels plus ou moins autonomes, permettant

Leur point commun réside dans leur principe : toutes deux sont censées représenter la vision *fictive* qu'un observateur en chair et os pourrait avoir d'un trou noir en y tombant. Elles font un effort évident pour rapporter l'objet scientifique à l'échelle du corps humain, voire à la sensori-motricité liée à la vision.

Dans *Le destin de l'Univers. Trous noirs et énergie sombre*, un ouvrage de vulgarisation de Jean-Pierre Luminet datant de 2006 (soit presque trente ans après l'article qu'on vient d'examiner), nous retrouvons ces deux cas de figure.

Le premier reprend le système de représentation de l'artiste hollandais Maurits Escher,



fondé sur des inconséquences topologiques et des architectures illogiques et non praticables, et représente ainsi le trou noir comme un espace vertigineux et dévorant, dont rien ne pourra ressortir.

Plus que tout autre, Escher a su décrire l'ouverture vers le vide, l'ascension qui se transforme en une chute par aspiration ; et cet art

---

divers regroupements concurrentiels de données) ; (4) *reproductible* (sa genèse peut être strictement reconstituée et reproduite par une communauté de chercheurs).

du vertige convient parfaitement à la mise en scène des trous noirs. Cette image de Luminet d'après Escher installe en une position définie un spectateur qui fait face à un gouffre ouvert sous ses yeux, un gouffre aspirant qui invite à la chute dans le vide. Les dés qui tombent dans ce gouffre figurent et anticipent le mouvement potentiel du corps du spectateur, et invoquent en même temps par la combinaison des six faces du cube la tentative scientifique de brider le hasard en le rapportant à des résultats contrôlables. Leur chute étant la débâcle de toute construction et tout contrôle, elle manifeste (et argumente) à la fois la force d'engloutissement provoquée par le trou noir (côté de l'énoncé scientifique), et les difficultés auxquelles doit faire face le scientifique pour concevoir un espace qui refuse tout contrôle (côté de l'énonciation scientifique).

Une autre image du même genre, présente toujours dans l'ouvrage de 2006, *Le destin de l'univers. Trous noirs et énergie sombre*, intitulée *Dans le tourbillon*, est un dessin de A. Rackham extrait d'un conte de l'écrivain E. A. Poe contenu dans *Tales of Mystery and Imagination*. Elle représente un vortex incessant qui dévore et nivelle tout. L'image de Rackham nous plonge d'emblée dans un stade ultérieur de la chute : la perspective est inclusive et le corps-participant du spectateur est au bord du gouffre et au début de la chute. Dès lors, les objets et les corps qui sont déjà dans le vortex, et qui ont perdu le sens du bas et du haut, ne sont plus pour le spectateur des prothèses permettant de tester les propriétés du gouffre et d'anticiper une expérience qui resterait pour lui potentielle.

Les deux images sont ancrées dans une *deixis* particulière et elles sont assumées par un énonciateur individuel simulant une perception corporelle.

Ce régime perceptif extrême, par lequel s'exprime la peur des abîmes sans fond, puise alors sa source non pas dans l'expérience scientifique, mais dans une tradition anthropologique et culturelle, un fonds d'expériences imaginaires et collectives maintes fois pensé, visualisé, et exploité dans la diversité des pratiques et des expressions culturelles.

Tout se passe comme si ces expériences culturelles et archaïques étaient au fondement même de la conception de la théorie scientifique, conception dont découleraient *seulement ensuite* les hypothèses à vérifier et la cascade d'équations qui, de leur côté, produisent l'iconographie de la photo calculée (FIGURE 3).

On pourrait donc avancer, de manière quelque peu paradoxale, que la perspective de la vulgarisation est à la fois plus ambitieuse et plus fondamentale que la perspective scientifique proprement dite, car elle postule l'unité du monde phénoménal et du monde physique, ainsi que la transférabilité des formes entre les différents régimes d'expérience ; le recours très fréquent à l'analogie en est la manifestation rhétorique la plus ostensible. En d'autres termes, et d'un autre point de vue, le discours de la vulgarisation n'est possible que si l'on parvient à unifier les résultats de l'expérience scientifique et des autres types d'expérience dans la perspective *d'un seul et même régime de croyance* ; et quand cet objectif reste inaccessible, comme c'est le cas, entre autres, pour les théories quantiques, la vulgarisation achoppe, ou doit emprunter des voies détournées. En conséquence, le discours de la vulgarisation est toujours à la recherche des isotopies thématico-passionnelles qui rendraient manifeste cette unité d'un monde et d'un régime de croyance.

Il peut paraître étrange que l'image artistique nous propose un *pas en arrière* par rapport aux fondements de la recherche scientifique : dans l'article de recherche, la régression référentielle s'arrête à la théorie de la relativité générale et aux équations qui en découlent, alors que dans l'ouvrage de vulgarisation, elle vise des configurations sémiotiques ancrées dans les formes de vie de notre culture, voire dans les réflexes les plus archaïques de l'inconscient humain. Mais c'est la condition nécessaire pour élargir l'horizon de référence et pour intégrer l'objet scientifique à une vision du monde unifiée.

L'image artistique offre finalement, non pas une compréhension plus simple et appauvrie de l'objet insaisissable mais, au contraire, *une expérience dense, émotionnelle et incarnée de l'insaisissable en tant que tel*: la perception-action d'une impossibilité, le vécu modalisé d'une approche de ce qui n'est rien et dont l'effet principal est de tout transformer en rien du tout.



La deuxième voie est la « vue d'artiste », dont on voit ici un exemple concernant un trou noir en rotation. Sa légende décrit le trou noir en tant que dynamo électrique produisant de l'énergie qui circule le long de lignes du champ magnétique.

Dans ce cas, on pourrait également affirmer qu'il s'agit d'une banale image de vulgarisation (et horriblement kitsch en plus) mais en lisant les textes qui l'accompagnent, on se rend bien compte qu'il n'en est rien : il s'agit d'une image résultant d'une collaboration entre des scientifiques et des graphistes, permettant la visualisation de ce qui n'est pas (encore) mesurable – et, souvent même, difficilement concevable – : en ce sens, *les vues d'artistes jouent un rôle de précurseur anticipant, voire préconisant implicitement, des nouvelles recherches.*

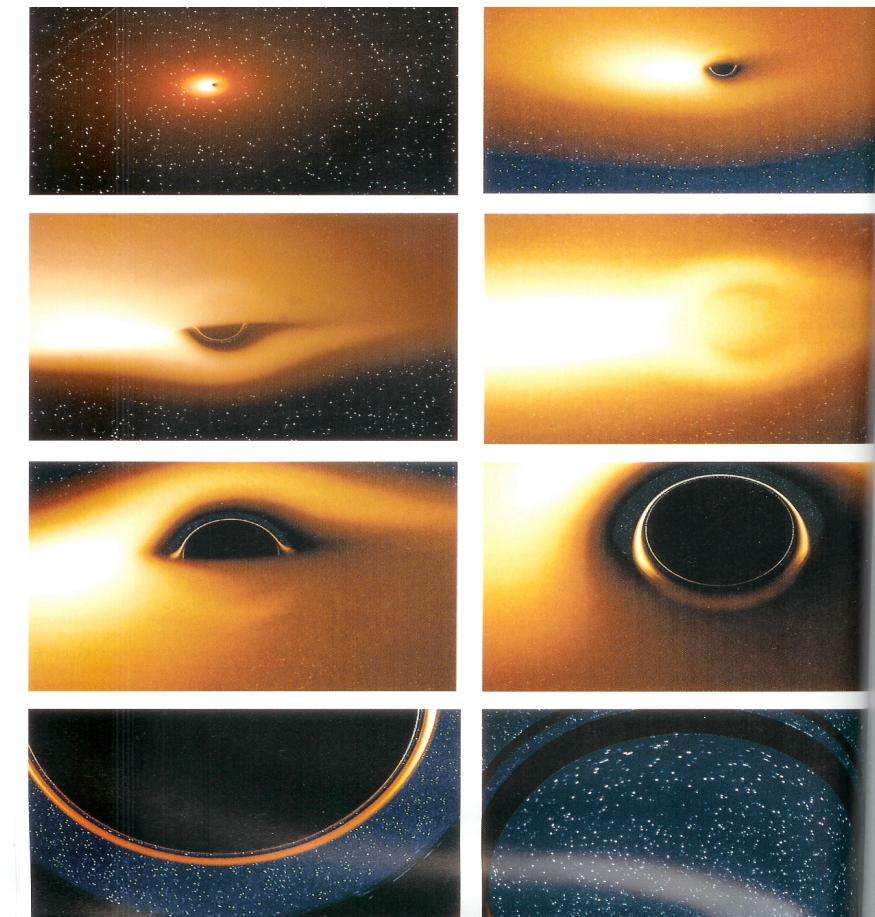
L'image du trou noir dynamo ressort d'une hypothèse de Luminet même, qui voit dans ce possible fonctionnement une ressource pour les recherches dans le domaine de l'écologie. Luminet explique en fait que « l'extraction de l'énergie rotationnelle d'un trou noir est *peut-être* réalisée dans des conditions astrophysiques naturelles, par l'intervention d'un champ magnétique extérieur *convenablement* agencé » (2006 : 329).

Dans ce bref passage nous remarquons non seulement le modalisateur « peut-être » mais également l'adverbe « convenablement » qui nous plonge dans un monde d'hypothèses et de simulation. Ensuite, lors de la description des usages du trou noir à des fins énergétiques, il répète à plusieurs reprises le modalisateur « peut-être » : « Les conditions favorables à l'extraction d'énergie du trou noir par effet dynamo sont *peut-être* réunies dans certains processus astrophysiques, comme les sursauts gamma et les noyaux de galaxies abritant des trous noirs géants » (*ibid.* : 330).

Qu'est-ce qui, dans l'image, témoigne de ce « peut-être » ? C'est le fait qu'aucune forme ne possède de contours nets : tout est flou car tout est vu en mouvement et surtout en mouvement *potentiel*. Ce genre de vues d'artiste est caractérisé par le fait de mettre en scène des phénomènes possédant un degré de présence et de réalité inférieurs à ceux que permettent les images calculées, dont on a vu un exemple dans l'article de recherche : aucun calcul mathématique ne soutient les vues d'artiste, et d'ailleurs aucune sorte d'observation non plus. Ce qui rendait « scientifique » la première image du trou noir (FIGURE 3), contrairement à cette dernière qui possède un statut de vue d'artiste, c'était son ancrage dans les équations qui lui fournissaient comme base une réalité mathématique ainsi qu'un caractère expérimental.

Un retour sur les développements proprement scientifiques de cette première image calculée de Luminet (FIGURE 3) nous en fournira la preuve. Il s'agit d'une série d'images qui ont pour titre « Le plongeon d'un astronaute intrépide dans un trou noir ».

Titre que nous pourrions imaginer comme étant celui d'une vue d'artiste. Mais encore une fois il n'en est rien.



Luminet précise dans son texte :

Ces photographies virtuelles sont *calculées point par point dans le cadre de la relativité générale* ; il ne s'agit nullement d'une « vue d'artiste », mais d'une intégration numérique reproduisant de la façon la plus exacte possible ce qu'observerait un voyageur s'aventurant dans les parages d'un trou noir entouré d'un disque d'accrétion mince... La coloration (arbitraire) des images transcrit la luminosité *apparente* de l'objet. Les parties les plus lumineuses et les plus chaudes sont colorées en jaune, les parties plus froides en rouge (*Ibid.* : 331).

Chaque couleur dépend d'un calcul mathématique et la progression du plongeon est expliquée aussi par un schéma et par une

légende qui donne les informations sur les millions de kilomètres proportionnels à la masse du trou noir et à la distance parcourue par l'astronaute virtuel. La série d'images est donc parfaitement contrôlée voire mathématiquement calculée.

## Conclusions

Nous sommes partie de la visualisation schématique s'accordant au point de vue de Dieu, voire à un point de vue de nulle part. Nous avons poursuivi avec des images diagrammatiques (FIGURE 2) qui, dans un processus d'accumulation de compositions visuelles calculées, ont permis la construction d'une image-modèle additionnant toutes les situations possibles (FIGURE 3). À partir de cette première totalité constituée, s'ensuit une série qui déploie d'autres possibles, futurs, de la première image calculée, en la rendant à nouveau *plastique* (FIGURE 6). Il s'agit pourtant d'une autre plasticité que celle des diagrammes : il s'agit d'une plasticité qui ne vise pas un acte de fusion construisant une totalité, modèle de toutes sortes de trous noirs, mais bien un acte de démultiplication et de caractérisation à partir de la plasticité perceptive et sensorimotrice d'un observateur humain. Ici la plasticité est donnée par la simulation d'un observateur doté d'un corps fictif d'un astronaute. À côté de ces trois types d'images, on retrouve l'image qui emprunte ses outils de représentation au monde de l'art (FIGURE 4) d'une part et la vue d'artiste, de l'autre (FIGURE 5). L'image artistique nous renvoie aux sources de notre imaginaire, qui est culturellement partagé par les scientifiques et les non scientifiques, tandis que la vue d'artiste nous permet de tester l'avenir, et des nouvelles utilisations des connaissances actuelles.

## Bibliographie

- BASTIDE, F. (1985). Iconographie des textes scientifiques. Principes d'analyse. *Culture Technique*, 14, 133-151. Disponible à cette adresse :  
[http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/31697/C%26T\\_1985\\_14\\_132.pdf?sequence=1&isAllowed=](http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/31697/C%26T_1985_14_132.pdf?sequence=1&isAllowed=)

- BASTIDE, F. (2001). *Una notte con Saturno. Scritti semiotici sul discorso scientifico*. Rome : Meltemi.
- BORDRON, J.-F. (2010). Rhétorique et économie des images. *Protée*, 38, 1, 27-39.
- BORDRON, J.-F. (2011). *L'iconicité et ses images*. Paris : PUF.
- BORDRON, J.-F. (2013). *Image et vérité. Essais sur la dimension iconique de la connaissance*. Liège : PULg.
- DONDERO, M.G. (2010). Sémiotique de l'image scientifique. *Signata Annales des sémiotiques/Annals of Semiotics* 1, 111-176.
- DONDERO, M.G. (2013). Rhétorique et énonciation visuelle. *Visible*, 10, 9-31.
- DONDERO, M.G. & FONTANILLE, J. (2012). *Des images à problèmes. Le sens du visuel à l'épreuve de l'image scientifique*. Limoges : PULIM.
- 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. Trous noirs et énergie sombre*. Paris : Fayard.

