



HAL
open science

Le terrain et les images : dialogue entre un anthropologue et un astrophysicien

Jean Paul Filiod, D. Kunth

► **To cite this version:**

Jean Paul Filiod, D. Kunth. Le terrain et les images : dialogue entre un anthropologue et un astrophysicien. A. Bonnafous, L. Roulleau-Berger. Académiquement correct, PUL, pp.71-109, 2010. halshs-00659142

HAL Id: halshs-00659142

<https://shs.hal.science/halshs-00659142v1>

Submitted on 10 Jun 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**JEAN-PAUL FILIOD / DANIEL KUNTH
LE TERRAIN ET LES IMAGES :
DIALOGUE ENTRE UN ANTHROPOLOGUE ET
UN ASTROPHYSICIEN**

ACADÉMIQUEMENT CORRECT

sous la direction de
Alain Bonnafous et Laurence Roulleau-Berger

D'où, avec quoi et comment regarde-t-on un objet physique ou social ? Comment donne-t-on à voir un phénomène physique ou social ? Il y a évidemment plusieurs façons de regarder qui seront plus ou moins qualifiées d'« académiquement correctes ». Dans l'acte scientifique, il est admis que nous travaillons à la représentation d'un objet physique ou social. Le regard est construit socialement et culturellement. Si, comme le disait Merleau-Ponty, « regarder un objet, c'est venir l'habiter et de là saisir toutes choses selon la face qu'elles tournent vers lui », l'anthropologue et l'astrophysicien démontrent ici qu'ils n'éclairent que certaines faces des objets étudiés. Nous voyons à travers une structure de préhension, une anticipation de sens qui nous lie à l'objet ; comme le disait Silvana Borutti, nous avons accepté que la compréhension passe par une distance qui sous-tend toute activité de traduction, entre éloignement et appropriation, entre l'Autre et nous-mêmes. Cette distance focale est à repreciser à chaque instant.

On peut ajouter que nous cherchons à reconstruire un fragment de réalité physique ou sociale découpée selon certaines normes de savoir, en donnant à voir peut-être plus certaines faces que d'autres. L'anthropologue, plus que l'astrophysicien, est confronté à une diversité de normes scientifiques situées au centre ou aux périphéries de l'espace reconnu comme académiquement correct.

Le processus de production de la connaissance naît d'un continuum entre théorie et pratique. En astrophysique et en anthropologie le chercheur construit une écologie des conditions de la production de l'activité, de la pratique, de la tâche scientifique,

Presses universitaires de Lyon

éléments qui entretiennent entre eux des relations complexes, multiples, dialectiques, conflictuelles, voire contradictoires. Rien n'est jamais prédéterminé, le travail scientifique reste de l'artisanat, du bricolage qui signifie chercher des arrangements entre différentes formes de savoirs, entre des savoirs tacites et des savoirs plus communs, entre des savoirs « scientifiques » et des savoirs liés à des cultures spécifiques. Derrière la figure de l'astrophysicien et celle de l'anthropologue, on voit comment s'inventent des méthodes plurielles et complexes dans des disciplines distinctes et comment s'exprime le souci d'échapper à des théories qui se présentent et se veulent unificatrices dans le domaine des sciences physiques ou sociales.

Laurence Roulleau-Berger

*

LE TERRAIN, LES TECHNIQUES D'OBSERVATION, LE REGARD

JEAN-PAUL FILIOD « Mon terrain, c'est le ciel ». J'ai été frappé par ce propos lors de l'une de vos communications. En tant qu'anthropologue, la notion de terrain m'est très familière, comme elle l'est d'ailleurs pour des chercheurs d'autres sciences humaines et sociales. Peut-être en premier lieu les géographes, mais aussi certains sociologues ; je pense à ceux qui se sont attelés aux observations *in situ*, dans la lignée des sociologues nord-américains du début du XX^e siècle qui empruntèrent justement leur méthode aux ethnologues d'alors. Ceux-ci venaient d'inventer, sinon une méthode, au moins une démarche, qui consiste à s'installer au sein d'une société, en vue de l'étudier par l'imprégnation quotidienne, par le contact dans la durée. Cette démarche fait passer d'une « anthropologie en fauteuil » à une « anthropologie en plein air », pour reprendre l'image de Bronislaw Malinowski, l'un des promoteurs les plus connus de cette démarche. Alors, « mon terrain, c'est le ciel », je me

suis dit, en transposant, que, peut-être, il y avait une « astrophysique à l'ordinateur » et une autre « à la belle étoile »... Cette notion de terrain est-elle courante chez les astrophysiciens ? Et si c'est le cas, est-ce que ça vient du fait qu'elle est courante dans les « sciences dures » en général ou par analogie avec les sciences humaines et sociales, notamment avec l'anthropologie ?

DANIEL KUNTH Je pense qu'en remontant assez loin dans l'histoire des sciences, on retrouve la notion de terrain. Vous avez parlé des géographes, le rapport au « terrain », à la « terre », se confond avec l'émergence de l'empirisme, la collecte des « faits », d'une observation concrète, qui concerne les sciences dites dures comme les autres. Donc, je ne crois pas que les sciences humaines en sont les dépositaires principales, même si, dans le siècle passé, comme vous l'avez dit, l'anthropologie a été associée à cette notion. Pour ce qui est de mon champ disciplinaire, entre astrophysiciens, on utilise parfois cette notion, mais d'une manière plus anecdotique. On le dit plutôt lorsque l'on se déplace pour observer ailleurs, sur des sites de plus en plus protégés des pollutions lumineuses, et donc, de plus en plus éloignés de nos laboratoires. Pour des raisons historiques, les astronomes ont dû rechercher des sites propices à leurs observations et qui ne sont plus les lieux où se trouvent leurs laboratoires, leurs bureaux, leurs universités.

Pour préciser les compétences et champs d'action des astronomes, il faut savoir qu'on a divisé le champ en trois compétences, des chercheurs pouvant présenter plusieurs de ces facettes :

Il y a le théoricien, à qui on ne demande pas d'aller voir ce qui se trame dans les télescopes il a d'ailleurs, en général, une profonde aversion pour cela.

Il y a l'observateur, qui se distingue en deux types :

L'un travaille avec des télescopes au sol ou avec des télescopes placés dans l'espace (sondes, observatoires en orbite, etc.). Dans le cas de l'astronomie spatiale, l'observateur ne se déplace évidemment pas, puisque les observations s'effectuent alors depuis l'espace grâce à des sondes ou des satellites. Il conçoit ses observations depuis son bureau, à l'aide d'outils informatiques qui mettent l'instrument à sa portée.

L'autre conçoit des instruments en vue d'améliorer les performances des télescopes.

J.-P.F. Quand le chercheur va effectuer un déplacement dans un autre pays, est-ce qu'il dit à ses collègues : « je vais faire du terrain », et quand il reste dans son bureau, quand il est sur son ordinateur en train d'observer virtuellement telle ou telle chose, il ne dit pas « je fais du terrain » ? Est-ce qu'il y a cette distinction entre un déplacement réel du chercheur dans une géographie et un non-déplacement ?

D. K. Le jargon n'est pas le même. On ne dit pas : « je fais du terrain », au sens du non-déplacement, c'est une expression que vous utilisez beaucoup dans votre champ. Mais je n'ai pas l'impression que je suis moins observateur aujourd'hui qu'autrefois, alors même que je programme mes observations depuis mon bureau. Quand on fait des propositions de recherche, il faut, par exemple, estimer combien de temps on va pointer le télescope spatial Hubble situé à 600 kilomètres de nous. On ne va pas y aller bien sûr, mais le commander par ordinateur ; et c'est aussi du terrain au sens expérimental, mais télécommandé. Il y a des contraintes liées à la présence du soleil, l'ombre de la terre, etc. Donc, on doit réfléchir à ces paramètres qui varient selon le type de demande : une qui exige l'infrarouge ou l'ultraviolet, une autre des techniques comparables à celles des télescopes au sol. Par exemple, lorsque je vais à l'Observatoire de

Haute-Provence, dans le sud de la France, j'y observe avec un télescope de 1,93 mètre de diamètre. Pour y parvenir, je dépose préalablement une demande, conjointement avec d'autres collègues ; nous formons un petit groupe scientifique et argumentons sur la faisabilité de notre programme, les résultats attendus, les découvertes possibles pour justifier le nombre de nuits demandées... Je ne vais pas forcément me déplacer, d'ailleurs, parce que c'est inutile. Il y aura un d'entre nous qui ira, les autres observeront depuis un autre observatoire ou effectueront d'autres parties du projet (analyse, rédaction d'articles...).

Donc, le « terrain » analogue à celui que vous définissez se rapporterait à la méthodologie et non pas à l'objet de l'étude lui-même (étoile, galaxie, planète), lequel n'est absolument pas accessible directement, bien entendu : les instruments sont des intermédiaires indispensables. Nous travaillons sur l'infiniment lointain et l'infiniment petit en même temps. L'infiniment loin, car notre planète est isolée dans l'espace, l'infiniment petit, car l'univers y compris les astres parle aussi le langage des atomes. Lorsque j'observe avec des outils spatiaux, les résultats me parviennent au bout de quelques mois, voire un an... La phase suivante est celle de l'analyse des données qui, quant à elle, se poursuit sur une échelle de temps bien plus longue encore. C'est sans doute bien différent en sciences humaines et sociales ?

J.-P.F. Le terrain, pour nous, signifie d'abord le contact direct, la parole singulière de sujets qui produisent des énoncés, des explications, qui chargent leur discours de significations que nous cherchons à traduire, comprendre, à faire interagir avec d'autres données obtenues. Mais cela ne veut pas dire que nous accédons de manière transparente à « ce que nous dit l'autre », à ce que nous disent ces autres ; notre travail ne consiste pas à dire : « voilà ce que

le terrain nous dit, voilà la vérité, la réalité ». Le temps de traitement est long lui aussi, et l'analyse de ces données, pour être restituée de manière contrôlée et réfléchie, doit patienter un peu...

Mais la différence que je vois surtout entre nos disciplines, ce sont les instruments qui existent entre le chercheur et son objet de recherche. Nous avons la parole, qui est toujours enregistrée d'une manière ou d'une autre :

Soit en direct : par la prise de notes, via un dictaphone, et si on ajoute l'image, via la vidéographie,

Soit en différé, par une écriture plus construite, ou du moins, plus à distance.

Nous n'avons pas à proprement parler d'« infiniment grand » et d'« infiniment petit » ; si j'ose dire, notre science travaille sur l'« infiniment moyen »... puisque nous sommes au niveau de l'humain, d'un humain direct, une relation dans laquelle le chercheur *a priori* a la même masse que les sujets qu'il rencontre. Ce qui ne veut pas dire qu'il n'y a pas de « grands problèmes » ou de « petites choses » inhérents à cette relation ; l'anthropologie a comme exigence, et c'est valable pour toute science humaine, et pour toute science, de faire interagir le particulier et le général. L'attention au détail et à l'ordinaire, qui est portée à partir de l'*ethnographie*, doit résonner avec de l'humain général, de l'universel, et l'éclairage théorique joue tout son rôle ici. Il reste que, vis-à-vis du terrain, nous sommes dans un présent, qui, pour être traité comme donnée scientifique, doit, bien sûr, être enregistré ; mais l'instrument sophistiqué n'est pas indispensable : une écriture bien faite, pendant le travail de terrain ou juste après, fournit une matière déjà très consistante. Mais pour le ciel...

D. K. ... les instruments sont évidemment indispensables. Avant Galilée, les hommes restaient à égalité devant le

ciel. L'œil était l'unique organe leur permettant de scruter le ciel et d'en tirer une source de connaissance. Aujourd'hui, beaucoup d'astronomes observent les ondes radio grâce aux radiotélescopes, d'autres les ondes gamma ou ultraviolets, et d'autres la lumière dite « visible » (c'est-à-dire celle que notre œil perçoit) avec des télescopes au sol, ce qui pose, au passage, la question du visible et de l'invisible. Un télescope capte quelque chose qu'il ne nous est pas permis de voir, mais qu'on finit par *voir*, parce qu'on l'affiche sur un écran de télévision, en image codée, dans une salle d'observation située, au mieux, à quelques centaines de mètres de l'endroit où les télescopes opèrent, voire à des milliers de kilomètres lorsque c'est un engin spatial qui travaille...

Ceci dit, ces observateurs acquièrent une expérience sensible qui développe leur intuition. Ceux qui travaillent au sol apprécient, par exemple, la qualité de la nuit, la qualité de la turbulence, la pression atmosphérique, la présence du vent, l'humidité... un ensemble de choses indispensables lorsque l'on est sur le *terrain* et qui font que l'on agit soi-même, au-delà des instruments de contrôle. Certes, lorsque récemment je suis allé observer à l'observatoire européen du Chili (*l'European Southern Observatory*), avec des télescopes géants dont les miroirs sont supérieurs à 8 mètres de diamètre, j'ai moins eu cette espèce de plaisir un peu subjectif et instinctif d'avoir l'instrument en osmose avec moi qu'avec des télescopes plus modestes où on se sent davantage maître à bord, dans la coupole et en lien direct avec le firmament. J'étais, au contraire, dans une salle à 30 ou 40 mètres du télescope¹, dans une salle parfaitement

1. Cette observation pratiquée dans un bâtiment placé à distance du télescope s'explique par le souci d'éviter qu'il y ait une source thermique supplémentaire à proximité du miroir. Toute source de chaleur induit dans la coupole des turbulences qui altèrent la qualité des images.

éclairée la nuit. Les images arrivent en léger différé, même si le télescope est à proximité, ce qui fait que, finalement, cette observation n'est pas très différente de celles réalisées avec un télescope situé à 600 kilomètres d'altitude. En anthropologie, il a été beaucoup question de ces paramètres « sensibles », non ?

J.-P. F. Oui, ces paramètres sensibles sont d'ailleurs souvent mis en avant pour caractériser l'anthropologie vis-à-vis des autres disciplines. On dit les sociologues plus « froids », mais en fait, tout dépend de ce que le chercheur fait de ce rapport sensible au terrain. Des extraits d'entretien dans un rapport de recherche, même s'ils sont censés rendre compte de manière vivante d'un phénomène humain, social et culturel, sont bien une version asséchée de cette chair très consistante qu'est le terrain. Alors bien sûr, et la littérature l'a bien montré et continue de le montrer, la langue peut suffire à rendre compte de la densité de l'expérience humaine, de ses motifs, de ses mobiles, et un chercheur en sciences sociales peut arriver à restituer la chair du terrain ; mais cela demande un travail conséquent d'écriture — oublions la magie du « talent » — et de réflexion sur l'écriture. En même temps, de nombreux ethnologues et anthropologues se sont tournés vers l'image, fixe ou mobile, pour collecter des données plus denses, dans lesquelles ils peuvent puiser allègrement pour analyser le phénomène et l'éclairer sous un angle que ne permettrait pas une écriture, aussi riche qu'elle puisse être. Ce recours à l'image n'est d'ailleurs pas étranger à la dimension sensible du travail de terrain. Les usages de l'image, sur lesquels nous aurons à revenir, ne sont pas liés qu'à une mode ou une tendance obligée dans notre époque très visuelle ou audiovisuelle, ce sont des motifs d'une discussion épistémologique trop rare en sciences humaines et sociales. En revanche, dans vos

disciplines, l'image est quasiment obligatoire : communément, qui dit « astrophysique » dit « télescope »...

D. K. Oui, la nature même de la distance à l'objet implique l'usage de l'image. Mais la référence commune au télescope ne suffit pas pour rendre compte de notre travail de collecte ; un télescope n'opère jamais nu, il est toujours associé à une instrumentation auxiliaire qui enregistre les données : des spectrographes, des imageurs, des polarimètres, etc. Les télescopes sont beaucoup plus compliqués maintenant.

Je m'intéresse à un problème d'astrophysique précis, à savoir, la façon dont les galaxies naines ont évolué dans le temps. Les galaxies comme notre Voie Lactée sont nombreuses dans l'Univers. On en compte des milliards. Chacune d'elle comprend des dizaines, voire des centaines de milliards d'étoiles, du gaz et de la poussière. Elles ont des formes et des couleurs variées, mais les plus petites, dites galaxies *naines*, ont toujours retenu mon attention. L'hypothèse que je fais, c'est qu'elles sont probablement les premières structures qui se soient formées, il y a des milliards d'années, donnant peu à peu naissance à des galaxies plus importantes, plus évoluées, comme la galaxie d'Andromède ou la Voie Lactée. Je peux me dire : « Tiens, j'aimerais bien avoir un spectrographe qui permette d'observer entre telle et telle longueur d'onde, de telle manière, avec telle sensibilité ». Dans ce cas, je vais penser à Untel, instrumentateur, qui a la compétence requise, qui devrait pouvoir mettre au point un instrument de ce type, inexistant à ce jour. Je peux lui en parler, ça peut lui donner l'idée de développer une nouvelle recherche expérimentale. Donc, il y a une synergie entre le chercheur et le concepteur d'instruments qui va mettre en œuvre des calculs très précis de trajectoire optique, de sensibilité, etc., et cette compétence est si pointue

que, finalement, ce sont rarement les mêmes personnes qui observent et qui conçoivent leurs outils.

L'histoire de l'astrophysique peut être vue sous cet angle du rapport à l'instrumentation. On sait que Galilée a bénéficié d'un instrument qu'il n'avait pas construit lui-même. Il y a donc eu quelqu'un qui a construit une lunette en Hollande, sans penser forcément que cela serait d'une quelconque utilité en astrophysique. L'instrument a voyagé, est venu des Pays-Bas dans les mains de Galilée qui, lui, s'est posé un problème scientifique. Il a fait des observations, a compris la nature de la Voie Lactée, découvert les satellites de Jupiter, vu les phases de Vénus et les taches solaires. D'un coup, d'un seul, l'instrument en sa possession a permis un point de vue nouveau sur le monde. Puis, plus tard, il a amélioré son instrument. Il est devenu quelqu'un qui savait de quoi il parlait en matière d'instrumentation. Tout en étant observateur, il a produit une théorie pour interpréter ses observations et en a tiré son *principe d'inertie*, qui est quand même un principe formidable en ce qu'il exprime l'universalité des lois de la physique dans tous les systèmes de référence en mouvement uniforme les uns par rapport aux autres. Bref, il sonnait le glas de près de deux mille ans de physique aristotélicienne et plaçait la science sur ses deux jambes : la théorie et l'expérience.

Plus tard, vous trouvez des astronomes comme Herschel, qui furent des constructeurs d'instruments. Ils construisent sur leurs propres deniers et à partir de leurs tâtonnements. Herschel avait de l'argent et il fabriqua le premier grand télescope. Il était l'artisan de toute la séquence : fabriquer l'outil, réaliser avec d'autres tout en supervisant, puis il observait seul et a finalement réfléchi sur les conséquences de ses observations.

Aujourd'hui, il y a des gens dans la discipline qui mettent leur créativité au service de nouveaux instruments,

sans pour autant se préoccuper nécessairement de les utiliser. Je connais, par exemple, un astronome canadien qui a conçu pendant des années 60 % des nouveaux instruments, dont la moitié a permis des observations grâce auxquelles cet astronome a contribué beaucoup à l'essor de l'astrophysique, mais sans vraiment laisser une marque, ni comme observateur, ni comme théoricien.

J.-P. F. Dans votre discipline, les instruments font partie intégrante du domaine de la recherche, ils sont indispensables pour accéder à quelque chose comme une énigme, un infini : le ciel. Rien de tel en anthropologie : on imagine mal un anthropologue demander à un instrumentateur de lui concevoir un outil d'un type spécifique. Les techniques dont les sciences humaines et sociales disposent pour réaliser leurs enquêtes sont finalement assez peu nombreuses. On peut utiliser des questionnaires, sans contact direct avec les sujets : on leur envoie et on traite les informations ensuite, ou on passe le questionnaire en face à face de manière directive, ou on peut alléger la technique en faisant du semi-directif, voire du non-directif, et, dans ce cas, on utilise un magnétophone pour ne pas perdre l'information. On peut enregistrer à l'aide de la photo, avec une caméra, et aussi, on peut se passer complètement d'instrument, ce que les ethnologues ont essayé de faire, en promouvant l'observation participante : le soi comme multimédia en quelque sorte. Dans ces sciences-là, il y a peu d'invention d'instruments entre le chercheur et son objet de recherche : un perfectionnement de la qualité d'enregistrement oui, une miniaturisation aussi, mais, au-delà, rien de spécifiquement nouveau. La manière, peut-être, d'envisager la nouveauté pour les chercheurs est de combiner plusieurs techniques. Dans la recherche que je mène en ce moment, qui porte sur un programme expérimental d'artistes en résidence dans

des écoles pré-élémentaires (dites « maternelles ») à Lyon, je me suis essayé à une technique à partir de l'usage de la vidéo. Je filme les acteurs au travail, et je réalise avec eux des entretiens sur la base des images filmées. Chacun de nous les voit isolément, repère des moments qu'il juge significatifs, intéressants à discuter, et nous revoyons ensemble ces extraits autour d'un entretien. L'entretien est ensuite transcrit et transmis au sujet, qui corrige, complète, enrichit. Les « données » sont cet ensemble et non les seules données filmées. Donc, l'innovation, aussi modeste soit-elle, est plus dans ce genre de bricolage – entendu dans le sens d'une composition organisée – que dans une innovation technologique, même si, comme je l'ai déjà dit, nous bénéficions des avantages de la numérisation et de la miniaturisation.

D. K. Quoi qu'il en soit, dans votre discipline ou dans la mienne, tout cela nous ramène à la question de ce qu'on découvre, du « comment cela apparaît » et du « comment on le fait apparaître ». Par exemple, en prenant comme point d'appui ce qu'on appelle la « fenêtre électromagnétique », on sait que les rayonnements ont un caractère ondulatoire, mais se comportent parfois comme des particules. On peut, par exemple, faire interférer les rayons X et obtenir des enregistrements qui mettent en valeur leurs propriétés ondulatoires. En général, on les perçoit plutôt comme des particules. Puis, de l'autre côté de la « fenêtre », au-delà du visible, vous trouvez l'infrarouge, qui est une onde que nos yeux ne perçoivent pas. Puis vous trouvez l'infrarouge lointain, et plus loin encore, les ondes millimétriques. Après le domaine millimétrique, vous avez le centimétrique, ensuite le décimétrique, et là encore, ce sont des rayonnements qui se comportent presque exclusivement de manière ondulatoire : on les appelle des ondes radio (analogues à celles de nos postes de radio domestiques). Alors, celui qui construit

et met en place un instrument permettant d'explorer une nouvelle fenêtre électromagnétique découvre devant lui un monde qu'il ne soupçonnait pas avant. Donc là, la découverte s'effectue presque au sens positiviste : on ouvre, on retire le voile et les choses semblent exister. Mais c'est un peu contestable comme position, car l'objet n'existe que parce qu'on décide de le regarder de cette manière-là. Cette image résulte en partie de la représentation que l'on se fait de la chose, elle est la résultante d'un point de vue sur le monde et celui-ci n'est pas l'unique point de vue qui soit : c'est parce que je me dis qu'il y a des objets ultraviolets, c'est parce que je les traque de cette façon-là, au détriment d'autres traits de caractère, que ce monde va me paraître ultraviolet. C'est un peu ce qui se passe si on décide de contempler un paysage avec des lunettes jaunes : il y a des choses qui vont disparaître, des choses qu'on ne verra plus. Tout ce qui n'émet pas dans le jaune va apparaître noir, on ne le verra pas spécifiquement.

J.-P. F. On peut en effet s'accorder sur ce point : quelle que soit la science, quels que soient les écarts entre les disciplines, et, comme on vient de le voir, les nôtres sont très différentes sur certains aspects, le regard est toujours construit. En anthropologie, la présence d'un sujet humain semble même compliquer la question, car il faut tenir compte des conditions de production de l'enquête et des interactions qui la composent. Le terrain est une chose complexe, constituée de sujets humains, d'un monde matériel, physique et immédiatement perceptible, et d'une série de discours qui organisent les rapports entre ces sujets, et entre chacun des sujets avec l'objet étudié. Le monde étudié par le chercheur est préexistant à l'enquête, sous une certaine forme : du langage, de la culture, de l'histoire existent déjà avant l'arrivée du chercheur. Faire du terrain,

c'est s'approprier d'une certaine manière ce monde préexistant et les données, notamment, seront le résultat de cette appropriation. La méthodologie est donc ce qui permet au chercheur d'organiser les biais de l'intersubjectivité et de repérer dans ces biais ce qui fait sens vis-à-vis du projet scientifique lui-même : il faut au chercheur « être objectif sur sa sensibilité », si on reprend les termes de Georges Devereux (1980 : 20), pour qui « même le plus logique et le plus scientifique des systèmes de pensée a un sens subjectif pour l'inconscient de la personne qui l'élabore ou l'adopte » (*id.* : 46). Dans son rapport au terrain — ce monde vivant, changeant et marqué autant par des signes de familiarité que des signes d'étrangeté et d'incertitude —, le chercheur est soumis à une perception immédiate, à une sensibilité et à une sensorialité dans lesquelles le regard joue un rôle fondamental ; mais ce regard n'est ni naïf ni béat, il est déjà interprétatif, ou encore, pour dire comme Francis Affergan, « pré-interprétatif » (1986 : 150 à 162). Du coup, sachant cela, l'anthropologue, pour accéder à la singularité du terrain qu'il étudie, doit effectuer un véritable déplacement mental : considérer ce qui est familier comme possiblement exotique et ce qui est exotique comme possiblement familier. La remise en question de son regard, les catégories de langage que l'on va utiliser pour traduire ce regard, c'est une question permanente en anthropologie. C'est dans ce sens que l'on peut dire que l'ethnographie, la démarche de l'anthropologue, est très proche d'une phénoménologie, avec laquelle elle partage l'importance accordée aux détails, aux subtilités du réel, à ses nuances, toutes ces choses qui seraient gommées par d'autres approches parce que secondaires ou « quantité négligeable ». Les sciences dites dures ou exactes n'ont d'ailleurs pas hésité à recourir à la phénoménologie dans l'élaboration des théories

contemporaines du chaos, des catastrophes ou des dissipations (voir Alain Boutot, *L'Invention des formes*, Odile Jacob, 1993). Mais, quand même, je m'interroge sur la nature de l'observation dans votre discipline, et notamment, puisqu'on a parlé du « regard », sur les positions de l'observateur en fonction du nombre d'instruments qui existent entre lui et son objet. Entre regarder le ciel à l'œil nu et le regarder à travers un ordinateur qui en pilote un autre qui lui-même pilote un autre instrument, etc., vous ne faites pas de différence ?

D. K. Regarder le ciel à l'œil nu, c'est une représentation du même type que de le regarder dans un télescope. Bien évidemment, cela nous semble plus direct, mais on est déjà dans une représentation de l'objet et jamais dans l'objet lui-même : l'œil est un outil qui fonctionne dans un intervalle très restreint du spectre électromagnétique, qui a une sensibilité limitée, dont les images ne sont pas stockées et sont restituées subjectivement par l'observateur. L'œil aussi choisit, et ce qu'il transmet passe par l'interprétation du nerf optique. Tout le travail du scientifique a été précisément de bien tenir compte de ce phénomène-là. Il y a là *déjà quelque chose* qui, tout en se situant en amont du travail de collecte, se retrouve dans le processus d'interprétation.

J.-P. F. En anthropologie, ou plus exactement en ethnologie, il y a eu cette idylle avec la notion de terrain, qui a fait (et qui fait sans doute encore) qu'on a souvent pensé qu'on pouvait accéder de façon directe à l'autre, dès lors qu'il n'y avait pas d'instrument interposé. Comme si on avait une relation immédiate, à la fois sympathique et empathique, pour accéder à une « mentalité indigène authentique ». La critique date seulement des années 80, ce qui est récent. Et on n'a pas pour autant résolu ce problème-là. C'est-à-dire que même un étudiant en ethnologie aujourd'hui peut être tout à fait dans un fantasme de l'Autre, qui fait qu'il

va négliger des instruments d'enregistrement, pensant qu'il sera dans une relation plus authentique sans eux. Je dirais même que certains anthropologues formés à cette école peuvent parfois défendre ça, sous prétexte que la technologie « polluerait » la relation humaine directe. On peut trouver cela curieux, parce que, justement, toutes les critiques sur la pré-interprétation du regard, qui ont été formulées par quelques anthropologues français, mais surtout américains, ne semblent pas beaucoup intégrées dans les enseignements universitaires. La nature des objets qu'on observe et la place du chercheur dans son interaction avec ces objets, c'est quand même important. Mais en astrophysique, j'ai l'impression que ces objets sont à la fois lointains, énormes, inaccessibles, et parfois, en même temps, très précis... Quel est l'objet, finalement, de l'astrophysique ? Il y a un objet général qui est le ciel, et à l'intérieur il y a des objets de recherche très spécifiques, du type « rayons gamma » ?

D. K. Oui, tout à fait. Par exemple, le Soleil est un objet en soi qui mobilise pas mal d'astrophysiciens. Derrière l'objet *soleil*, il y a l'objet *étoile*. Mais il est vrai que le statut de l'objet peut changer au fur et à mesure que les connaissances s'affinent. Par exemple, la distinction entre planète et étoile n'est plus si simple qu'autrefois. Aujourd'hui, nous connaissons des grosses planètes dont on peut penser qu'elles sont des étoiles ratées ou des étoiles qui brillent si peu qu'on est en droit de s'interroger sur leur identité. Il y a donc un interstice.

J.-P. F. Et on passe toute une vie à travailler sur un seul objet comme ça ?

D. K. Oui, le Soleil est un objet très complexe qui a le mérite d'être très proche, et dont on dépend. On s'intéresse également à la formation du système solaire, parce qu'il ne s'est pas formé seul : tout s'est formé en même temps, c'est

contemporain (Soleil, comètes, astéroïdes, Mars, Vénus, la Terre, etc.). Et puis, il y a les rapports entre le Soleil et la Terre. Mais si les gens s'intéressent au système solaire, c'est que le Soleil, en tant que système, en tant qu'étoile, offre la chance de l'étudier de si près ! On est loin d'avoir complètement compris ce système-là : comment cette étoile précise s'est-elle formée ? Pourquoi tourne-t-elle de cette façon-là ? Comment se passe le bouillonnement qu'on observe à la surface ? Comment se passe l'agitation magnétique et comment, dans la gestation du Soleil, sont apparues les planètes ? Je ne travaille pas sur un objet unique du ciel, mais sur toute une classe d'objets : les galaxies naines et actives. Ce sont des galaxies qui se caractérisent par le fait que l'on voit dans ces galaxies beaucoup de nouvelles étoiles se former.

J.-P. F. On les voit se former ?!...

D. K. On ne les voit pas à l'œil nu en train de se former, mais on sait que, dans un intervalle de temps assez récent, il y a une foule de nouvelles étoiles qui sont apparues...

QUESTIONS DE TEMPORALITÉS

... quand je dis « assez récent », je vais vous faire bondir, mais ça veut dire au moins 100 millions d'années... Mais 100 millions d'années, c'est négligeable vis-à-vis de 14 milliards d'années, qui est à peu près l'âge de l'Univers. Dans cette période courte de 100 millions d'années, il y a 10 % des galaxies qui ont formé beaucoup plus d'étoiles qu'auparavant. Et ce qui nous intéresse, c'est de comprendre ce qui a déclenché ce mécanisme.

J.-P. F. L'astrophysicien semble forcément dans un rapport à un passé qui se compte en millions, milliards d'années, avec le Big Bang en toile de fond, et des périodes pendant lesquelles des étoiles et des galaxies se sont formées. C'est comme s'il n'y avait pas d'astrophysique du

présent... C'est une question de candide, mais le présent n'est pas un objet d'astrophysicien ?

D. K. Si, parce que l'on a ce que l'on appelle « l'univers local », c'est-à-dire un univers qui est contenu dans une sphère dont la Terre occupe le centre, et d'où tous les phénomènes observés sont pratiquement contemporains vis-à-vis de l'âge de l'Univers. Plus on s'éloigne de ce centre, plus on observe dans le passé. Ce que l'on sait de l'Univers lointain est rattaché au temps que met la lumière pour nous parvenir. Donc, « 100 millions d'années-lumière », c'est la distance parcourue par la lumière en cent millions d'années. C'est très peu par rapport à 14 milliards, c'est ce qu'on appelle « l'instant ». C'est ce que vous avez appelé le présent.

Bien entendu, c'est relatif comme concept. Dans l'absolu, ça ne veut rien dire. Évidemment, si on essaie de regarder ce qui change en une année dans cet univers local, ça n'a pas de sens. Tout ce que nous observons dans le ciel (à quelques exceptions près) est en différé. Lorsque j'observe chaque jour une étoile située à cent années-lumière, ce que j'observe a déjà cent ans ; mais si j'observe jour après jour, je vois l'évolution de ce problème jour par jour, avec cent ans de décalage... Je suis ramené à une petite translation dans le temps. C'est comme si on étudiait des textes contemporains de Vercingétorix en regardant les documents heure après heure. Ces événements sont tellement détaillés que l'on vit quelque chose de l'ordre du présent. Dans le système solaire, certains événements se vivent en direct : nous voyons passer des comètes, tomber des météorites, mais convenons que nous ne sortons pas de chez nous !

Ceci dit, on a plus *présent* que ça en astrophysique : la Lune. La Lune, c'est une seconde. Le Soleil, c'est huit minutes de différé. Il y a huit minutes de décalage entre le soleil et nous, donc, on est quand même quasiment dans

le présent. Et l'étoile la plus proche est à quatre années-lumière. Donc, en dehors du système solaire, on ne peut pas accéder à un phénomène plus contemporain que ce qui s'est passé il y a déjà quatre ans. Mais ça ne nous pose aucun problème, ce sont simplement des changements d'origines temporelles.

J.-P. F. Ça fait un écart avec l'anthropologie, et même l'histoire, je veux dire l'histoire contemporaine : parce que, à la limite, votre analogie avec Vercingétorix me fait penser à des travaux d'historiens qui vont dans le détail des archives qu'ils recueillent. Je relève toutefois une analogie avec l'anthropologie sur la question du Big Bang. Les premières théories de l'anthropologie, au sens d'une science qui s'institue et s'institutionnalise, sont les théories évolutionnistes, avec le succès florissant de l'évolutionnisme unilinéaire, porté notamment par Lewis H. Morgan aux États-Unis, dans la seconde moitié du XIX^e siècle. Tous les peuples connus sont placés sur une échelle progressive comportant des stades, Sauvagerie, Barbarie et Civilisation, avec des stades inférieurs, moyens et supérieurs pour les deux premiers. La théorie — la doctrine diront certains, ou disait-on même à l'époque, sans que le terme soit aussi connoté qu'aujourd'hui — consiste à établir que tous les peuples sur terre sont passés ou passent par ces stades pour aller vers celui de la Civilisation, qui est le stade de développement le plus évolué, avec l'industrie, l'État, les lois, la monogamie, l'art, l'écriture et, bien sûr, la Science. Le raisonnement de l'époque étant positiviste et causal, la prédiction en fait partie, et donc, non seulement on prétend que tous les peuples sont passés ou passent par ces stades, mais puisque le phénomène de Civilisation est inéluctable, ils *passeront* aussi. On pourrait même dire « ils *y* passeront »... La croyance dans cette Science produira certains effets pervers, comme

on dit, à savoir la justification d'une colonisation en pleine expansion (pensons à l'Acte de Berlin signé en 1885 dans la foulée de la Conférence de Bruxelles en 1872, soit cinq ans avant l'ouvrage de L. H. Morgan, *Ancient Society* qui officialise le partage de l'Afrique entre les pays d'Europe) et d'une évangélisation souvent forcée, bref, un ensemble d'actes qui iront jusqu'à la destruction de certains peuples. Dans le prolongement de cette théorie évolutionniste, les diffusionnistes ont vu le monde comme un lieu où se diffusaient des traits culturels, empruntés, adoptés par certaines sociétés. Des anthropologues britanniques sont allés jusqu'à un *hyperdiffusionnisme*, prétendant que tous les traits culturels de la planète provenaient de l'Égypte et d'elle seule ; tout rayonna depuis là, en termes de civilisation, de progrès et de développement.

Dans les deux cas, et on pourrait citer d'autres courants plus contemporains, il y a quête de l'origine, d'une Origine. Et lorsque l'on pense « anthropologie », du point de vue des représentations les plus communes, on pense plutôt *L'Odyssée de l'espèce*². Je veux dire que l'attente sociale et publique est forte d'avoir un récit qui inclut forcément une *origine*. La question de l'origine me semble se poser un peu de la même manière pour l'anthropologie que pour l'astrophysique quand celle-ci nous parle du Big Bang. C'est comme si notre demande de connaissance scientifique nous amenait forcément, à un moment donné, à un « quand est-ce que ça a commencé ? » Et la question se pose de

2. En référence au produit télévisuel diffusé sur le service public (France 3) en 2003 et dont l'objet est le récit de l'évolution de l'homme au fil du temps. Reconstitution mêlant images de synthèse et acteurs en chair, en os et en costume d'époque, voix *off* du comédien Charles Berling, expertise scientifique du paléo-anthropologue Yves Coppens et éloge du Président de la République Jacques Chirac.

savoir qui détient le discours légitime pour dire quand ça a effectivement commencé. Sur le Big Bang, j'imagine que, dans votre discipline, il y a des conflits d'interprétation...

D. K. C'est vrai qu'il y a eu des débats, et même assez violents, ne serait-ce que sur le statut ontologique du Big Bang. « Big Bang » est une expression qui a précisément été utilisée en dérision contre cette théorie qui postulait l'origine de l'univers en termes de phénomène singulier, à partir duquel il y a expansion : l'espace est créé totalement, *ex nihilo*, avec un départ puis une expansion. Le physicien Fred Hoyle s'est élevé contre cette formulation théorique d'un commencement, jugée par lui très connotée ; pour lui, c'était un retour au créationnisme avant l'heure (je me réfère aux créationnistes d'aujourd'hui !), c'était le retour de la pensée magique. Hoyle a dit : « c'est un Big Bang, quoi... ». Les gens ont repris ce terme, et il est resté.

J.-P. F. Alors, en fait, c'était une critique...

D. K. Oui, et le débat a longtemps persisté. Ce même Fred Hoyle a d'ailleurs développé une théorie en quelque sorte « non-crétionniste » : il l'a appelée « la théorie du *steady state* », traduisons « théorie de l'état permanent ». La thèse en est que l'univers serait toujours identique à lui-même, autrement dit, sans origine temporelle. Une telle théorie pose problème, parce qu'en réalité on observe que l'univers est en évolution constante. Toutes nos mesures indiquent que les galaxies semblent s'éloigner de nous, observateurs, et que, en remontant le temps, l'univers ne ressemble pas à celui que l'on observe aujourd'hui (l'univers proche est l'univers « d'aujourd'hui », tandis que l'univers distant est vu à une époque antérieure – pensez au temps qu'a mis la lumière pour transmettre ces images). Et cette propriété-là (la fuite des galaxies), d'ailleurs, s'applique à toute galaxie, quelle qu'elle soit. De plus, que l'univers d'autrefois

apparaisse très différent de ce qu'il est aujourd'hui s'interprète très bien dans le cadre du Big Bang : plus précisément, dans le cadre d'un univers en expansion, mais pas forcément à partir d'un point d'origine, un point zéro qui serait une singularité spatio-temporelle. Pour rendre compte de l'expansion, Hoyle a préféré admettre la création spontanée et permanente de particules en tout point de l'univers. Dans le fond, c'est une hypothèse qui n'est pas plus incongrue qu'une autre : à partir du moment où l'on ne sait pas d'où vient la matière, il faut bien qu'on la fasse apparaître, soit spontanément, soit au cours du temps d'une manière plus tranquille, ça ne change pas grand-chose. Il est d'ailleurs sain qu'il y ait des théories concurrentes pour interpréter des faits semblables.

LA CONSTRUCTION HISTORIQUE ET POLITIQUE DE LA SCIENCE

J.-P. F. Cet exemple des conflits autour du Big Bang remet-il sur la table la question de la « vérité » ?

D. K. Il est toujours difficile de dire ce qu'est une « vérité ». Replaçons-nous, par exemple, dans le contexte de Ptolémée. Ptolémée avait des faits difficiles à faire entrer dans la théorie de l'époque, qui était le *centrisme*. Le mouvement de la planète Mars apparaissait comme contradictoire : Mars changeait de brillance, elle était parfois très peu visible et d'autres fois, éclatante. Elle avait un mouvement assez capricieux dans le ciel : la *rétrogradation* de son déplacement parmi les étoiles. En s'appuyant sur le centrisme, qui postule que la Terre est le centre de l'Univers et que toutes les planètes tournent autour d'elle avec une vitesse uniforme, on peut difficilement comprendre ce genre de choses, ni les changements d'éclat, ni les mouvements apparents. Alors, pour y arriver, Ptolémée a fait tourner des cercles autour d'autres cercles, en changeant un petit peu

le centre de ces cercles et en ajoutant ce qu'on appelle des déférents, des épicycles... bref, un attirail complexe. Quand, plus tard, Copernic propose son propre modèle, il est, dans un premier temps, loin d'être aussi performant que celui de Ptolémée ! Il est trop simple, il permet de faire facilement des calculs, mais donne de moins bonnes prévisions, dans un premier temps au moins, parce que le modèle de Copernic conserve les trajectoires circulaires. Tout est affaire d'ajustements, et les théories et les instruments qui vont avec varient, évoluent. Le Big Bang aussi présente des lacunes ; on a besoin d'y faire des ajustements, de prendre en compte de nouvelles « observables ». On dispose d'un arsenal de « théories du Big Bang » qui ne sont plus du tout les mêmes que celle du début du siècle, quand le Big Bang a été introduit. C'est une théorie qui évolue, même si le fil conducteur reste le même.

J.-P. F. Est-ce qu'il y a une espèce de course à celui qui va trouver l'instrument qui permettra d'ouvrir telle « fenêtre », pour reprendre la métaphore ?

D. K. Cette compétition existe toujours.

J.-P. F. Mais plus que dans l'histoire passée ? Est-ce qu'aujourd'hui, ce qui prime, c'est le degré de sophistication des instruments ou le fait qu'il y ait une palette plus large d'instruments ?

D. K. Comme cela a été notamment montré dans un livre de Jacques Blamont qui s'appelle *Le Songe et le chiffre* (Odile Jacob), l'histoire des sciences est marquée par une dialectique de la science et du pouvoir. Toute science, depuis l'Antiquité, a été liée à des enjeux politiques. On voit bien le temps qu'il a fallu pour maîtriser, par exemple, la navigation. Le jour où il a fallu vraiment la maîtriser, c'est au moment des grandes découvertes et de l'essor du commerce qui transitait des Indes et des Amériques. Alors, on a résolu

le problème de la *longitude*, qui n'était pas un problème auparavant, parce que ce qui se pratiquait, disons, c'était du cabotage le long des côtes. Et du coup, les marins ne s'aventuraient pas, ils n'avaient pas besoin de connaître la position de leur bateau en longitude avec une très grande précision : ils naviguaient à l'estime, et c'était suffisant. Le jour où on en a eu besoin, on a débloqué des moyens et des crédits répondant à une nouvelle exigence politique et économique : la France et l'Angleterre devaient s'assurer la prééminence sur les mers, le pouvoir économique de leur pays passait par leur emprise sur les lignes maritimes, donc il fallait résoudre ce problème scientifique. C'est le moment précis où Colbert décide de construire en France l'Observatoire de Paris, et où, en même temps, les Anglais le faisaient avec Greenwich, à la demande des marchands, des commerçants et de la flotte de la Royal Navy.

J.-P. F. Alors l'équivalent aujourd'hui, c'est quoi ?

D. K. L'équivalent, le point commun avec d'autres époques, c'est la place qu'occupe la technologie de pointe. La question est celle du savoir, mais pas seulement : il lui faut s'armer d'une technologie adjacente très pointue. À titre d'exemple, ce n'est pas évident d'aller chercher du pétrole dans des conditions d'exploitation compliquées. Mais, quand même, tous les pays très développés mettent aujourd'hui beaucoup d'argent pour rechercher des systèmes d'extraction alternatifs, éventuellement coûteux et difficiles, pour assurer leur avenir et s'affranchir peu à peu de la tutelle des pays du Golfe. La recherche en astrophysique est inséparable de la R & D (Recherche et Développement). Toutes les techniques mises en œuvre dans les observations au sol ou spatiales mobilisent les techniques les plus en pointe, quel que soit le domaine considéré (traitement du signal, polissage des miroirs, optique, résistance des

matériaux, mise en réseau, informatique, archivage des données, etc.).

J.-P. F. Est-ce que ça veut dire qu'on est tributaire du politique, voire du militaire, au point que le chercheur n'aurait pas l'indépendance de chercher ce qu'il veut ?

D. K. Non, le chercheur jouit encore d'une grande liberté. Le statut de la recherche fondamentale reste un peu à part. C'est un pré carré des pays très développés économiquement et culturellement. On ne sait pas où mène la recherche fondamentale, mais on sait que ce n'est pas en améliorant la technologie des bougies qu'on a permis de découvrir l'électricité. On cherche ce qu'on veut dans de nombreux domaines, même si nous ne pouvons pas faire l'économie d'élaborer une programmation à long terme de la recherche en fonction de nombreuses priorités (politiques, sociétales, etc.). Les militaires ne nous disent pas « il faut chercher dans tel ou tel domaine », ce n'est quand même pas ça, mais ils savent qu'avec la science, il y a toujours un retour positif : parfois, on ne sait pas très bien qui précède l'autre, et c'est parfois l'astronomie qui précède les militaires. Mais ce sont souvent les militaires qui aident les astronomes : l'astronomie des sursauts gamma est fille de la Guerre froide, lorsque les militaires avaient lancé des satellites pour surveiller les essais nucléaires des Soviétiques. La première source de rayon gamma fut détectée par leur satellite Vela et ils ont d'abord cru à une déflagration nucléaire, avant de constater que ladite source venait du ciel. Depuis, l'astronomie « gamma » n'a cessé de se développer.

Dans le cas de la recherche de correction des images par la turbulence atmosphérique, les astronomes savent maintenant traiter les images comme si le télescope était placé au-dessus de l'atmosphère. Le télescope est au sol, mais on dispose d'un système laser et d'ordinateurs très rapides qui

permettent de compenser (via des miroirs déformables) les turbulences de l'atmosphère. Les militaires avaient déjà fait ça avant nous, ou indépendamment, parce qu'ils avaient des satellites qui regardaient la Terre et qui la photographiaient à quelques centimètres près : c'étaient les satellites-espions... Ils ont été confrontés aux mêmes problèmes que nous, et ils les ont résolus en parallèle ou avant nous. Autre exemple, l'infrarouge. L'infrarouge est un outil précieux lors des conflits : en pleine nuit, le corps humain rayonne beaucoup d'énergie infrarouge, et voir l'ennemi la nuit, c'est intéressant... Donc, il y a toujours eu entre les laboratoires de l'armée et des laboratoires d'astrophysique des contrats passés pour des recherches-développement (R & D). Ça ne veut pas dire que les militaires nous ont forcés à faire ces recherches. Mais il y a quand même des points de contact entre ce qui intéresse l'armée, et plus largement les industriels, et ce qui intéresse l'astrophysique.

Prenons également l'exemple des *neutrinos* solaires. Ce sont des particules fantomatiques émises par le soleil et qui traversent notre corps, des milliards par seconde, sans qu'aucune ne soit détectable. Ce sont des particules qui n'interagissent avec rien... Être capable de mettre en place des systèmes pour les détecter, c'est effectivement intéressant : ça signifie que l'on atteint des sensibilités de détection qui s'appliquent aux neutrinos et qui peuvent s'appliquer à autre chose. C'est la même chose pour ceux qui essaient de détecter des ondes gravitationnelles, c'est-à-dire des ondes émises par des masses en mouvement, comme une étoile qui explose ou un char d'assaut roulant à 30 kilomètres de là. Même chose aussi pour les programmes numériques qu'on utilise pour comprendre comment une étoile fonctionne, ce sont exactement les mêmes que ceux qui permettent de fabriquer une bombe nucléaire. Mais encore une fois, je

pourrais multiplier les exemples de liens entre la recherche fondamentale et l'industrie civile.

DES IMAGES ET DES BIAIS... QUELLE IMAGE DE LA SCIENCE ?

J.-P. F. Alors finalement, on arrive au constat que les objets qu'on observe sont tous fabriqués par notre représentation, et que ces mêmes objets sont construits historiquement avec un rôle prépondérant des enjeux politiques, au sens large, et des enjeux militaires. Qu'observe-t-on ? Que voit-on ? Quelle image donne-t-on de ces « réalités » qu'on observe ? En astrophysique, ce qu'on observe, c'est bien l'image de quelque chose, captée et transformée par un spectrogramme ou un autre instrument...

D. K. On sait même que l'image résulte de transformations instrumentales qui ont été introduites par la manière même dont on conçoit le mode opératoire. Le protocole expérimental de passage de la lumière dans les couches atmosphériques, puis dans le télescope, puis dans l'instrument qui, lui aussi, pour détecter les photons, structure et déforme le message initial, la source.... Il faut même tenir compte de tout ce que la lumière a traversé dans le cosmos entre le moment où elle quitte la source (une étoile, une galaxie) et celui où elle parvient près de la Terre. Donc, on modélise tout cet ensemble, on utilise des logiciels réparateurs, qui vont essayer de restituer tant bien que mal... l'objet.

J.-P.F. Dans le hall d'entrée de l'Institut d'Astrophysique de Paris, où nous sommes, il y a une grande image, légendée « galaxie spirale par la tranche »... Quel écart y a-t-il entre l'image que l'on capte à l'origine et ce résultat-là, cette image affichée ?

D. K. Toute l'image est retravaillée. Elle est maintenant restituée en couleurs, mais c'est en noir et blanc que ce genre de chose se travaille. C'est du traitement numérique

effectué sur une grille de nombres. On reçoit une lumière à travers plusieurs filtres, dans un intervalle d'énergie précis, sous forme d'ondes. Les photons de ces ondes extraient des électrons dans le récepteur. Ces électrons sont transformés en intensité codée numériquement sur une échelle de 0 à 2048 par exemple (plus le chiffre est élevé, plus l'intensité est élevée). On isole les couleurs de l'astre en observant alternativement à travers des filtres différents : un jaune, un rouge, un bleu. Puis, en recombinaison tout ce qui vient des différents filtres obtenus, on représente la galaxie dans son ensemble en restituant les couleurs de chaque filtre à la manière de la trichromie ou quadrichromie en usage dans l'imprimerie. L'image du hall est une représentation esthétique dont j'ai sans doute besoin pour faire mon travail, qui ne peut pas se contenter de pures abstractions, mais elle reste éloignée des images numériques réelles sur lesquelles je travaille.

J.-P. F. Mais quel est le statut de cette image ? Entre la tentative d'une « reconstitution », la « représentation esthétique »... cette nécessité de représenter l'objet alors qu'on a des données en noir et blanc pour chaque filtre au départ...

D. K. On a besoin de ces traces — peut-être le mot « trace » est-il le plus approprié ? — pour pouvoir comparer des intensités. Un bleu dans une image de galaxie, je le comparerai avec un autre bleu d'une intervention antérieure. Le bleu correspond à une trace laissée par certaines étoiles et l'intensité de ce bleu me permettra donc de quantifier ces étoiles (leur nombre, leur âge, etc.). Quant à l'aspect esthétique, il n'est pas utile, mais il ajoute une composante affective, qui est peut-être essentielle, mais dont nous restons peu conscients. L'émotion n'est jamais évacuée, même par ceux qui la rejettent formellement.

J.-P. F. Je pense beaucoup au concept de *traduction*. On peut se contenter de savoir qu'on n'a pas affaire à l'objet réel, qu'on a affaire à une fiction ; mais c'est une fiction qui permet de travailler sur des réalités...

D. K. Justement, c'est quand même le travail du scientifique d'essayer de traduire un phénomène, indépendamment de ce qu'il est et de ce qu'il ressent. J'essaie toujours de traduire un phénomène indépendamment de ce que je suis, de ce que je sens, de ce que j'ai vécu, de mon expérience personnelle. Ce que je traduis, ce que je donne à la communauté scientifique, doit pouvoir être éprouvé, expérimenté par un autre. Je fais en sorte que ce soit la signature d'un phénomène réel de la nature appartenant à l'objet, et non pas un phénomène complètement *relatif* ou tributaire d'un moment. Je pense qu'il est difficile d'intégrer complètement le relativisme, à la manière dont Bruno Latour le fait. Ce que Latour invoque, c'est la nécessité d'explicitier ce qu'on fait, ce que le chercheur fait, ce que la recherche fait. Et si on ne le fait pas, c'est grave : il faut dire qu'on utilise tel filtre, de telle largeur, et que je le fais parce que je recherche quelque chose de précis, que je porte, en théorie comme en intuition. L'explicitation d'un protocole de recherche est indispensable, ne serait-ce que parce qu'il peut alors être critiquable et critiqué. N'importe qui peut alors l'analyser, le changer. La reprise en main par l'ensemble de la communauté, et par la discussion, permet de mieux approcher l'objet.

J.-P. F. En même temps, c'est bien ce chercheur-là et pas un autre qui produit ce résultat, cette connaissance spécifique. En ethnologie, certains prétendent qu'il y a autant de terrains que d'ethnologues, donc autant de résultats différents que de sujets ethnologues différents : dans ce cas-là, la position de l'observateur fait partie des paramètres

de la situation, et donc, d'une certaine façon, de l'objet de recherche.

D. K. En astrophysique aussi, le chercheur adopte un point de vue qui est *son* point de vue. Il détermine le résultat dans la mesure où il a fait des choix, et ces choix peuvent être beaucoup plus subjectifs qu'il le pense ; mais ils doivent être explicités. La science doit mettre à l'épreuve ces choix et les compléter par d'autres pour approcher l'objet de plus en plus près, et cette mise à l'épreuve est farouche... On discute énormément des biais, les biais statistiques, les biais de l'observateur...

J.-P. F. Par rapport aux biais, en sciences humaines et sociales, il y a des divergences. On est tous conscients qu'il y a des biais, mais certains vont s'obstiner. Il y a une forme d'objectivisme, avec des gens qui semblent vouloir retrouver le positivisme d'antan : le biais, c'est la chose à combattre. Pour l'ethnologue, le biais est un des paramètres sur lesquels on va jouer pour accéder à des données qu'on n'obtiendrait pas sans lui. Et notamment sur la nature des relations que l'on a avec les personnes auprès de qui la recherche se fait. La mise en jeu de soi, en tant que soi singulier, peut avoir un effet sur l'accès à des données. Et je trouve ça très intéressant, parce que, justement, c'est un soi qui n'est pas du tout égocentrique ou narcissique : c'est la conscience qu'on a d'avoir avec soi des caractéristiques sociales, culturelles spécifiques, d'être homme ou femme, d'avoir tel âge, qui peut intervenir dans la nature spécifique des données obtenues. Par exemple, être marié ou non : des ethnologues se sont trouvés dans des situations où le fait d'être seul ou d'être avec son époux ou son épouse modifie la manière dont la société l'accueille, et la manière dont elle le traite socialement donne des indications précieuses sur comment fonctionne la société ou certains de ses acteurs.

Et du coup, le biais devient un paramètre, un des objets de la recherche. J'ai déjà évoqué Georges Devereux, il a beaucoup contribué à cette idée, en allant notamment chercher comme argument un principe élaboré dans les sciences dites exactes : le principe d'incertitude de Heisenberg.

D. K. Ce principe vaut pour l'infiniment petit. Dans l'infiniment petit, on sait bien que, lorsqu'on manipule une particule d'une certaine façon, on va avoir besoin d'autres particules ou de quelque chose qui mobilise des énergies comparables à celle de la particule qu'on étudie ; donc, forcément, on va modifier sa vitesse et sa position, et abandonner tout espoir de ne pas perturber l'objet de son étude. Mais si nos choix sont explicités, et le « principe d'incertitude » pourrait aussi s'appeler « principe de choix », on est en mesure de préciser, soit la vitesse, soit la position d'une particule avec une précision extraordinaire.

J.-P. F. Ce principe n'a pas eu d'effets sur l'observation de l'infiniment grand ?

D. K. Non, c'est une chose qui a été très mal comprise. La position de l'observateur dans l'infiniment petit a été bien discutée : lorsque vous regardez une particule, à partir du moment où vous avez mesuré la particule, sa fonction d'état a été modifiée, et elle n'est plus dans tous les états possibles où vous pouviez la trouver auparavant. Comme nous étions dans les sciences dites exactes, le caractère « exact » avait quelque chose d'indiscutable, certains ont alors extrapolé de manière foudroyante : ce qui se passe dans l'infiniment petit se passe forcément dans la vie de tous les jours, dans le macrocosme. Et là, à mon avis, il y a eu des tas de forêts arrachées pour rien, dans le seul but de publier des livres sans fondement... Dans l'infiniment grand, nous ne perturbons pas de la même manière, par nos mesures, les objets de notre étude. Et même, restons sur terre : nous pouvons

filmer une scène de la vie sans qu'elle en soit affectée, par exemple, enregistrer la vitesse d'une automobile sans la freiner ni l'accélérer (pour autant que l'automobiliste ne vous prenne pas pour un agent de police !). Dans l'infiniment petit, le comportement des particules est différent, et il faut reconnaître que nous ne savons pas encore à quelle échelle nous passons d'une représentation microscopique, avec ses lois propres, à une représentation classique, avec les lois que nous connaissons bien (celles de la mécanique classique, celles de la thermodynamique, etc.).

J.-P. F. En tout cas, les ethnologues se sont bien servis de l'argument pour faire comprendre le rapport incertain lorsque l'on étudie l'infiniment moyen...

D. K. Cela ne m'étonne guère, le monde contemporain a fait du domaine des sciences en général un domaine aux frontières assez poreuses, et on est un peu au supermarché des concepts : au lieu d'essayer de bien comprendre, on prend un mot par-ci, un concept par-là, on remue un peu, comme dans un shaker, et le tour est joué. En revanche, ce qui est sûr, c'est qu'on est guidé par des idéologies et par des présupposés. On se rappelle la manière dont les protestants et les catholiques voyaient le monde. Les catholiques avaient la position suivante : « il n'y a pas d'autres mondes habités, car Dieu n'a pas envoyé son fils plusieurs fois se faire massacrer ». En revanche, les protestants avaient une position très différente : ils imaginaient, au contraire, que c'était rendre grâce à la puissance divine que d'imaginer que la vie pouvait exister ailleurs. On a longtemps cru que la Lune, Mars et toutes les planètes pouvaient être habitées. Si on s'en tient à ce que l'on disait sur la position du chercheur, le chercheur est habité par ses préjugés. La science essaye justement de tirer parti ou de s'affranchir de cet état de fait, mais c'est quand même un individu qui

fait la science : il n'est pas une plante verte, ni une communauté, ni un État. Prenez Lyssenko, qui dirigeait le département bio-agricole de l'Union Soviétique, l'exemple est resté célèbre. Il n'admettait pas la théorie darwinienne de la sélection naturelle des espèces. Il pensait, au contraire, que le caractère acquis, en particulier grâce à un traitement sélectif, devait être conservé et transmis d'une génération à l'autre. Donc, il avait sélectionné des graines de blé et des plants de pommes de terre qu'il mettait à geler au cœur même des intempéries climatiques, pour rendre la graine plus résistante... Et cette politique, cet acharnement, ont fait mourir de faim des milliers de gens...

J.-P. F. C'est un individu, mais avec, quand même, un État derrière, un pouvoir politique qui autorise, des fonds qui lui permettent de fonctionner...

D. K. Oui, mais le chercheur a quand même un pouvoir de conviction, il parle au nom de la Science et peut convaincre un pouvoir politique. Mais, *a contrario*, Lyssenko n'aurait jamais existé sans cette idéologie d'État. Entre l'individu et l'État, il y a évidemment l'éthique. Les rapports science/société sont de plus en plus prégnants aujourd'hui. Le chercheur doit en tenir compte et se poser la question du *devoir faire*, face à celui du *savoir faire*. Ce n'est pas parce qu'on *peut* le faire par exemple le clonage qu'on *doit* le faire.

J.-P. F. Aujourd'hui, on peut penser que les résultats scientifiques, les méthodes, les théories, sont toujours aussi dépendants des idéologies ; pensons aux débats sur le clonage, dont vous venez de parler, ou les OGM. Mais, en même temps, on pourrait se dire qu'on dispose de tout un appareillage critique qui permet de bien s'affranchir des idéologies et du pouvoir. Toutes les disciplines ont fait l'histoire de leur discipline, et on pourrait se dire que l'histoire des

sciences ou de chaque discipline est enseignée aux jeunes doctorants en disant : « Attention, les données que vous construisez sont des données culturellement, historiquement, socialement, politiquement construites. » On a un recul, peut-être un peu plus grand qu'auparavant.

D. K. Le dire suffit-il ? Pour autant, si les choix et les orientations sont culturellement, historiquement, socialement, politiquement déterminés, certains faits demeurent : le Soleil tourne en 27 jours à l'Équateur et en 30 jours aux pôles, qu'on le veuille ou non. Il y a quand même des erreurs qui découlent de nos distanciations : le fait que la science dynamique avance toujours ses concepts comme un rouleau compresseur ; le fait qu'on soit amnésique vis-à-vis de l'histoire des sciences, qu'on ait toujours l'impression que la science est cumulative au mauvais sens du terme : c'est-à-dire que la théorie qui émerge détrône la précédente parce que la nouvelle est plus prédictive... ceci conduit à réinventer des principes qui ont déjà été anticipés autrefois ou à se fourvoyer dans les mêmes impasses. On ne tient pas assez compte de ce qui se passe à côté, dans une autre discipline. On est souvent plus dans le *faire* que dans le *penser*.

J.-P. F. Cela tient aussi à une forme de concurrence. Et finalement, peut-être qu'on peut se dire qu'il y a aujourd'hui une théorie élaborée quelque part par Untel, qui n'est écoutée par personne, qui n'a aucune visibilité dans les revues à grande visibilité, quelqu'un dont on dit que sa théorie ne vaut rien, mais qui, peut-être, dans quelques années, se révélera pertinente.

D. K. Ce n'est jamais exclu. Par exemple, pour l'astronomie, c'est parce que les données s'accroissent toujours en faveur du Big Bang que les théories alternatives n'attirent plus grand monde. Au fur et à mesure, on doit avoir un peu la flemme de regarder à chaque fois les théories des autres.

On finit par dire « non, non, on connaît ça ». Finalement, on est absorbé par des programmes qui demandent beaucoup d'investissements et on finit sans doute par aller vite, trop vite ; donc, ces gens-là, *alternatifs*, on les exclut. Mais ils forment, je dirais, l'équivalent d'une *cellule de veille*, et c'est salutaire. Par exemple, il y a une théorie qui intéresse peu, c'est la théorie fractale pour expliquer l'Univers. Les gens s'y intéressent peu, parce qu'on ne voit pas très bien le sens physique qu'il y a derrière. Mais on peut dire qu'en ce moment, ça fait dix ou vingt ans qu'un chercheur travaille sur cette théorie, dans la plus grande solitude, et que personne ne s'y intéresse réellement. Pour de nombreuses raisons : soit parce qu'il ne se fait pas comprendre, soit parce qu'il ne se fait comprendre que par des gens d'autres disciplines... Il y a également très peu de gens qui travaillent sur des théories alternatives au Big Bang ; il y a quelques grands noms, mais ils deviennent peu à peu minoritaires. Un jeune chercheur qui se réclame de ce genre de théorie pour faire avancer ses idées ne sera pas financé et, s'il l'est, ne se fera pas accepter par l'establishment. La science n'est pas seulement poussée par la curiosité : il y a des relations, il y a des enjeux, des choix politiques et sociétaux.

J.-P. F. On pourrait revenir à l'image, pour voir, justement, quelle est sa place dans ces enjeux-là. Quelle place pour le fait de *montrer* ? En anthropologie, c'est intéressant de voir la manière dont les chercheurs restituent à présent leurs résultats, comment ils organisent leur narration, comment ils articulent des textes, des paroles, des sons, des images. Le fait est qu'on utilise de plus en plus le logiciel PowerPoint, qu'on montre des DVD ou des images numériques, fixes ou mobiles, parce qu'on en a plein. Et on illustre, et on montre, et on démontre... Et tout cela, qu'on soit dans un cours, dans une conférence publique, dans un

colloque, entre collègues... Et devant un public qui n'est pas forcément averti, on va souvent chercher des images qui feront partie de la catégorie des « belles images » : dans l'entrée de l'Institut d'Astrophysique de Paris, où vous travaillez, la « galaxie en spirale par tranches » en grand format, ça ressemble beaucoup à un poster... (qui, cela dit au passage, aurait sa place dans un espace domestique ordinaire, ou dans un bureau, au-dessus de l'ordinateur, à côté de la plante verte...) Le fait que l'on a mis cette image dans l'entrée de l'Institut signifie sans doute quelque chose, du point de vue soit de l'esthétique des « données » de l'astrophysique, soit du pouvoir de conviction des images dans notre connaissance de la réalité ou de notre perception de la réalité. En astrophysique, quelle est la place de l'image dans les enjeux de conviction ? Est-ce qu'il y a des gens qui utilisent l'image en disant : « Là, vous voyez bien, c'est ce qu'on voit ici... » ? En anthropologie, la fonction illustrative de l'image joue un rôle important dans ce travail de conviction des chercheurs.

D. K. L'image continue à servir de support, aide à voir ou à élaborer une nouvelle idée, mais cela reste insuffisant. Entre chercheurs, l'image en couleur joue un rôle très limité. C'est un raccourci commode, un simple support.

J.-P. F. Mais elle ne sert pas de pièce à conviction ?

D. K. À condition d'être codifiée et quantifiée. Le télescope Chandra « observe » les rayons X. Mais l'image reçue ne reproduit rien de ces rayons X qui soit interprétable à l'œil : les rayons X ne se voient pas, ce n'est pas de la lumière. C'est seulement de l'énergie qui produit un impact dans un détecteur dont les propriétés sont à mille lieues de celles de l'œil humain. Les chercheurs qui reçoivent cette information vont toujours la codifier : « Selon la quantité d'impacts, on code avec telle ou telle couleur. Par exemple, on va

montrer qu'il y a beaucoup d'impacts en codant rouge »... et on obtient une belle image rouge, avec des nuances orange dans certaines zones ; et l'astre est ainsi cartographié, à la manière des cartes de l'IGN (Institut géographique national). On peut faire des courbes de niveau, mais aussi des fausses couleurs. Cela nous aide à cerner la caractéristique de l'objet, on voit cette image et on calcule un certain nombre de paramètres utiles pour l'interprétation théorique. Guidé par cette impression visuelle, il devient plus facile de développer des algorithmes mathématiques qui traitent les images de manière automatique, objective et quantifiable. L'image est un support, ce qu'explique très bien la thèse de Francis Massart, *Une histoire de l'image dans l'astrophysique et la cosmologie au XX^e siècle*. D'autres observables sont nécessaires : spectres, photométrie, etc., qui, elles, se passent le plus souvent de la représentation imagière. D'ailleurs, si vous feuillotez les publications de spécialistes, vous serez extraordinairement déçus : peu d'images, mais des courbes, des graphes, des équations et beaucoup de texte forment l'essentiel de nos articles scientifiques.

J.-P. F. Les images de galaxies, de planètes, le grand public y est beaucoup confronté. Lorsque je les vois, je réagis un peu comme quand on nous montre des images de sociétés dites « archaïques » ou « traditionnelles » dans des reportages qui commencent toujours par « Depuis la nuit des temps... » ou « De génération en génération, les mêmes gestes, les mêmes récits sont transmis à l'identique... », on fabrique de belles fictions et les images contribuent bien à nous faire croire à une réalité transparente, sans filtre. Comment réagissez-vous quand, au journal télévisé ou dans un magazine, on nous fait part d'une nouvelle découverte, avec une belle image de galaxie très colorée ? Est-ce que la communauté scientifique fait

des efforts auprès des médias pour que les images qu'ils diffusent correspondent à quelque chose que la science a effectivement produit ?

D. K. Ce sont des images pour illustration, ça n'a rien à voir avec l'objet tel qu'il est traité par les chercheurs. Donc, je réagis avec distance, forcément. Mais en même temps, puisque la communauté scientifique est concernée et que j'en fais partie, je peux dire que, oui, elle fait des efforts pour que les images montrées et les résultats obtenus aient quelques relations. Ce n'est pas forcément un mal, parce qu'en astrophysique il n'y a pas tellement d'images détaillées. Des images du ciel, on en a, mais on n'a pas d'images des nouvelles planètes découvertes ces dernières années. On en a pourtant découvert beaucoup. Mais ce n'est pas par les images qu'on les découvre : c'est par le mouvement des étoiles autour desquelles ces planètes gravitent. Ce qu'on observe, ce sont des *modulations spectrales*. L'étoile et la planète sont deux corps qui tournent autour d'un centre de masse, et on arrive à construire des instruments suffisamment sensibles pour mesurer les perturbations du mouvement de l'étoile, engendrées par la présence d'une planète, même très petite et absolument invisible depuis la Terre ; et c'est en enregistrant ces perturbations sur des centaines d'étoiles que, de temps en temps, on en détecte une qui *module* particulièrement et on se dit : « Tiens, il y a quelque chose qui tourne autour ». C'est comme ça qu'on a détecté les 250 ou les presque 300 nouvelles planètes extrasolaires. Alors, quand on veut montrer ça au public, on dit simplement : « On vient de trouver trois cent nouvelles planètes qui tournent autour d'une étoile ».

J.-P. F. On restitue donc cette réalité avec des images de synthèse en guise d'illustration... Ce sont des images pédagogiques et non des images « scientifiques »...

D. K. Oui, on peut dire que c'est pédagogique. Le parcours entre les « données » recueillies et les « résultats » exposés est complexe : pour être sérieux et rigoureux, il convient de présenter le détail de ce parcours, pas seulement pour une « bonne vulgarisation », mais pour une « bonne image » c'est le cas de le dire de ce qu'est la science, de ce que *fait* la science.

J.-P. F. Ce travail me semble en effet important à mener, qu'il s'agisse de l'infiniment petit, de l'infiniment grand ou de l'infiniment moyen ! L'éthique est un problème à la fois philosophique, politique et scientifique, quels que soient la dimension concernée et le lieu où la science se travaille et s'élabore.