

**”The Footsteps of Nature”. Raisonement indiciaire et “
interprétation de la nature ” au XVIIe siècle. Quelques
considérations historiques et épistémologiques**

Philippe Hamou

► **To cite this version:**

Philippe Hamou. ”The Footsteps of Nature”. Raisonement indiciaire et “ interprétation de la nature ” au XVIIe siècle. Quelques considérations historiques et épistémologiques. A la trace. Enquête sur le paradigme indiciaire, Oct 2005, Lille, France. 10.4000/books.septentrion.65485 . hal-02322655

HAL Id: hal-02322655

<https://hal-univ-paris10.archives-ouvertes.fr/hal-02322655>

Submitted on 21 Oct 2019

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.

**“The Footsteps of Nature”. Raisonement indiciaire et
« interprétation de la nature » au XVII^e siècle. Quelques
considérations historiques
et épistémologiques**

PHILIPPE HAMOU

« *The footsteps of nature* » – les traces de pas de la nature – est une expression qu’on trouve chez Francis Bacon et chez les baconiens du XVII^e siècle dans des textes où l’enquête sur la nature est comparée métaphoriquement à une chasse ou un jeu de piste. Ils présentent le savant comme celui qui recueille des indices, des traces rares ou singulières, les compare et les interprète, pour percer à jour une nature qui aime à se cacher, voire, comme l’écrit Robert Hooke, « utilise une sorte d’art pour se dérober à notre découverte »¹. L’expression est suggestive dans le contexte qui nous réunit ici. Encore faut-il savoir s’il convient d’y voir autre chose qu’une allégorie usée dont la source serait à chercher du côté de la littérature occulte ou alchimique, et qui survivrait à une époque et chez des auteurs, pour qui la nature aurait en fait déjà cessé d’être ce qu’elle était encore un siècle auparavant : un être animé, voire animé d’intentions, une puissance occulte se voilant et se dévoilant tout à la fois par un ensemble de signes, de similitudes, de présages.

Je proposerai ici une simple recherche, plutôt que des conclusions arrêtées, recherche que je déclinerai sur trois lieux. Le premier est le jeu d’oppositions que Carlo Ginzburg introduit entre les sciences formelles de la nature et les sciences ou les savoirs indiciaires qui se rapportent plutôt aux productions humaines. J’essaierai de montrer que ce jeu d’oppositions n’exclut pas, au XVII^e siècle comme sans doute encore aujourd’hui, une certaine

hybridation des deux modalités méthodiques, notamment dans la phase exploratoire et inventive de l'activité savante. En second lieu je m'interrogerai sur la manière, non dénuée d'ambiguïtés, dont l'épistémologie empiriste d'inspiration baconienne s'est donnée pour tâche de prendre en charge le régime du raisonnement indiciaire. Pour finir, j'examinerai quelques exemples concrets de ce qui me semble bien être des raisonnements à partir d'indices, empruntés à des épisodes bien connus de la science classique. J'essaierai de dégager de ces exemples quelques leçons.

1. Sciences indiciaires et sciences formelles de la nature : une fausse opposition ?

Dans l'article *Traces*, qui constitue le point de départ de nos réflexions communes ces jours-ci, Carlo Ginzburg oppose de manière assez frontale la science indiciaire du médecin ou de l'historien, et certains aspects de la science moderne de la nature d'inspiration galiléenne. Après avoir cité le passage fameux de *L'Essayeur*² de Galilée, où les qualités sensibles comme la couleur ou la saveur sont définies comme des qualités purement nominales, il poursuit ainsi :

Par cette phrase, Galilée donnait à la science de la nature une orientation tendanciellement anti-anthropocentrique et anti-anthropomorphique ; celle-ci ne devait plus l'abandonner. Dans la carte géographique du savoir s'ouvrait une déchirure qui était destinée à s'élargir peu à peu. Il est certain qu'entre le physicien galiléen professionnellement sourd aux sons et insensible aux saveurs et aux odeurs, et le médecin, son contemporain, qui risquait des diagnostics en tendant l'oreille aux râles des poitrines, en reniflant des selles et en goûtant des urines, le contraste ne pouvait être plus fort³.

L'opposition suggérée ici se décline dans l'article sous plusieurs registres ou paires contrastives. J'en repère au moins quatre.

- (a) *Qualité et quantité*. Le raisonnement indiciaire concerne le qualitatif : l'indice se flairer, se toucher ou se goûter, et son interprétation réclame une sensibilité aux différences qualitatives, parfois les plus infimes ou les plus triviales – les sciences formelles d'inspiration galiléenne, quant à elles, ignorent la différence qualitative, recherchent et isolent dans la nature le pur quantifiable, ce qui peut s'écrire dans le langage des mathématiques.
- (b) *Particulier et général*. Le raisonnement indiciaire porte sur des individus et sur des rapports entre des individus ou des événements singuliers. La médecine est indiciaire, parce que malgré son contenu « scientifique », elle vise à la guérison d'êtres

individuels. Je peux connaître les causes et les remèdes d'une maladie, mais si je ne suis pas capable de reconnaître à travers ses symptômes la maladie dans l'individu qui la porte, je ne pourrais pas le guérir. Ce qui compte en dernière instance ce n'est pas le savoir du générique, mais l'appréhension de la particularité. Au contraire, pour les sciences formelles, comme le dit Carlo Ginzburg, « l'individu est ineffable »⁴. Ce qui est visé est toujours le général, ce qui arrive en vertu de la loi, ce qui est reproductible.

- (c) *Interprétation et démonstration*. Le raisonnement indiciaire s'attache au dévoilement d'une réalité qui est masquée, occulte. Il semble même que l'idée de raisonnement indiciaire implique comme condition nécessaire que la structure causale sous-jacente reste à jamais cachée à nos yeux soit, (comme dans le cas de l'histoire, de l'enquête policière ou de l'expertise picturale) parce que la cause – l'événement, l'acte criminel, la réalisation de l'œuvre – se trouve irrémédiablement enfouie dans le passé, soit (comme pour la médecine ou la psychanalyse) parce que le complexe causal appartient à une intériorité inaccessible au scalpel. S'agissant des sciences physico-mathématiques, il semble au contraire que le raisonnement (ou l'expérimentation) soit à même, pour ainsi dire, de reconstituer le processus causal, de mettre devant les yeux le rouage qui produit l'effet que nous étudions. Là où la cause était seulement conjecturée, la science mathématique et expérimentale la reproduit.
- (d) *Subjectivisme et objectivisme*. Enfin, puisque le raisonnement indiciaire sollicite un art de la conjecture, une sorte de flair, il n'obéit pas aux canons de rationalité, d'objectivité et de certitude propres aux sciences formelles et mathématisées. La part de subjectivité propre au raisonnement conjectural se traduit dans le caractère souvent anthropocentrique et parfois superstitieux des démarches de l'enquêteur. L'indice est un signe qui semble faire saillie vers celui qui le découvre, comme s'il s'adressait à lui singulièrement, lui faisait une faveur. Ginzburg oppose à cela l'espèce de désanthropologisation propre à la science galiléenne, un thème que j'exprimerai pour ma part en rappelant les mots de Galilée lui-même qui, maintes et maintes fois, répète que Dieu n'a pas fait la nature pour les fins de l'intelligibilité humaine, il l'a faite d'abord pour ses propres fins, et a créé ensuite seulement les entendements humains capables d'en comprendre, à grande peine une infime partie⁵. De ce point de vue la nature est « inexorable », inflexible à nos prières. Elle ne fait ni cadeau, ni faveur à celui qui entreprend d'enquêter sur elle⁶.

Ces jeux d'oppositions sont évidemment convaincants en tant qu'ils permettent de faire un partage méthodologique entre deux sortes d'approches de la réalité et des problèmes qu'elle nous pose. Je crois cependant qu'il y aurait quelque méprise à penser que ce partage de méthodes recouvre un partage dans les régions du savoir, quelque chose qui permettrait d'opposer frontalement sciences de l'homme et sciences de la nature. En réalité, de même que les méthodes de la science formelle ont marqué fortement de leur empreinte le champ des sciences dites humaines, de même il me semble que la méthode indiciaire et conjecturale de l'historien ou du médecin a joué et joue encore un rôle important dans le champ des sciences de la nature, y compris lorsque celles-ci ont un objet qui se prête au formalisme et à la mathématisation.

Au sujet de ces sciences « mathématiques » de la nature, je me contenterai de quelques remarques. La première concerne la distinction qu'il est coutume de faire en épistémologie entre contexte de justification et contexte de découverte⁷. Les sciences que Ginzburg caractérise comme formelles, ne le sont que dans l'ordre juridique de la justification. Dans l'administration de la preuve ou l'exposition des résultats les procédures sont bel et bien déductives et comme *a priori*. En revanche l'ordre de la recherche dans ces disciplines comme en tout autre comporte un élément semi-rationnel et semi-irrationnel, où des choses comme des indices, des singularités saillantes, les analogies suggestives jouent un rôle crucial. Que l'existence d'un tel élément n'était pas étrangère aux fondateurs de la science moderne, j'en veux pour preuve ce passage remarquable du *Dialogue* de Galilée. A Simplicio qui pense qu'Aristote s'est convaincu des principes de sa cosmologie sur la base d'arguments *a priori*, Salviati rétorque⁸ :

Ce que vous exposez là c'est la méthode qu'il a suivie en écrivant sa doctrine, mais je ne crois pas que ce soit celle de sa recherche : je tiens fermement que d'abord par les sens, les expériences et les observations, il a tenté de s'assurer de la conclusion le plus possible, ensuite il a cherché les moyens de la démontrer, parce que c'est ainsi qu'on fait le plus souvent dans les sciences démonstratives (...) N'en doutez point, Pythagore, bien longtemps avant de trouver la démonstration pour laquelle il fit une hécatombe, s'était assuré que dans le triangle rectangle, le carré du côté opposé à l'angle droit était opposé au carré des deux autres côtés : la certitude de la conclusion aide beaucoup à trouver la démonstration, toujours s'il s'agit de sciences démonstratives.

Ainsi, aux yeux même de Galilée, il existe une sorte d'intuition obscure des vérités physiques ou mathématiques, portée par des indices sensibles et qui non seulement précède la phase de justification et d'exposition des résultats, mais permet même de rendre cette phase plus aisée. Il faut d'abord se faire une conviction *de facto*, par le moyen d'une enquête empirique, sur la base d'indices, avant d'instruire le procès par lequel une vérité est établie *de jure*, en droit.

Une seconde remarque concerne le rôle de l'expérimentation dans les sciences « physiques » d'inspiration galiléenne : je crois qu'il y a quelque équivoque à dire de celles-ci qu'elles seraient étrangères au raisonnement indiciaire parce qu'elles nous donneraient le pouvoir de reproduire les causes, là où l'interprétation indiciaire ne pourrait que les conjecturer. Il me semble que l'expérimentation moderne (qu'elle soit réelle ou mentale) sert surtout à illustrer ou confirmer des lois, c'est-à-dire l'énoncé universel exprimant de manière idéalisée les corrélations quantitatives entre les phénomènes, mais je ne crois pas que l'expérimentation puisse montrer la raison pour laquelle ces phénomènes se produisent. Pour le dire en termes plus crus, la raison pour laquelle les corps tombent n'est pas exhibée dans la loi de la chute des corps. La loi (ou l'expérience qui nous permet de la visualiser) montre seulement comment les corps tombent, non pourquoi ils tombent. En fait, parmi les tenants de l'expérimentation de style galiléen ou pascalien du XVII^e siècle, les plus décidés furent aussi ceux qui, comme Mersenne ou Gassendi, déclaraient que notre science ne nous fait accéder qu'à l'écorce des choses. Donc l'établissement formel des lois de la nature n'évacue pas nécessairement le besoin de se référer conjecturalement à une réalité causale sous-jacente et occulte⁹.

Ce qui vient d'être dit des sciences formelles est vrai à plus forte raison des sciences de la nature qui ne relèvent pas du modèle physico-mathématique privilégié par Galilée, celles que Thomas Kuhn, dans un article que cite Carlo Ginzburg, a caractérisées comme « sciences baconiennes »¹⁰, telle la chimie, la physiologie, l'histoire naturelle, la géologie, etc. Plus encore que les précédentes, elles échappent au jeu rigide d'oppositions défini plus haut. La chimie est, me semble-t-il, traditionnellement au moins autant concerné par le qualitatif, que par le quantitatif¹¹. Beaucoup des sciences dites baconiennes portent sur des objets individuels ou des événements singuliers. C'est le cas notamment (mais pas seulement) lorsque intervient une dimension diachronique. Ainsi en est-il de la géologie et de la paléontologie où la science doit se prononcer sur des événements passés qui ont fait l'histoire de la terre, mais en n'ayant à disposition qu'un petit nombre de vestiges parfois infimes, comme des fossiles, des bois pétrifiés, des concrétions minérales. La plupart de ces

sciences n'ont pas attendu le développement dans les sciences humaines d'un paradigme indiciaire pour développer leurs méthodes spécifiques d'enquête et d'interprétation de la nature. On peut présumer plutôt, et certaines remarques de Carlo Ginzburg vont dans ce sens, que c'est le contraire qui est vrai. Dans ces conditions, faut-il dire que les sciences « baconiennes » furent, dès l'origine, sous l'égide d'un paradigme indiciaire ? La question mérite examen.

2. Bacon : instances et indices

Si le nom de Bacon s'impose ici, ce n'est pas seulement parce que Kuhn dans son article influent sur la double tradition méthodologique de la science moderne a choisi de baptiser du nom de « baconiennes » toutes les sciences qui, pour une raison ou une autre, ne tombaient pas sous le modèle formel, archimédien, des sciences mathématiques mixtes et de leurs dérivés modernes. Pour qui veut méditer sur l'épistémologie du raisonnement indiciaire, Bacon est incontournable parce qu'il est, entre tous les auteurs de l'époque classique qui réfléchissent sur les méthodes de la science, celui qui, le plus nettement, conçoit la science comme une enquête, un processus de découverte, où l'accent porte sur la valeur heuristique de l'expérience sensible, sa capacité, lorsqu'elle est bien recueillie et bien comprise, à nous apprendre des choses inédites sur la constitution intérieure des choses. Cette capacité de dévoilement propre à l'expérience exploratoire contraste avec le rôle qu'elle joue dans les sciences mathématiques classiques, telles que la mécanique. L'expérience y est quelque chose de délibérément appauvri qui ne sert qu'à vérifier le déjà connu ou à répondre de façon rigide et contrôlée à des questions posées par la théorie. Chez Bacon, il y a au contraire une volonté d'accueillir l'expérience dans toute sa richesse et profusion naturelle, sans attentes ni préconceptions. Ainsi, on cherche à voir comment la nature se comporte en des circonstances qui n'ont pas été observées jusqu'alors, que celles-ci soient provoquées (on « tord la queue du lion » et on regarde ce qui se passe) ou simplement découvertes par une enquête diligente. Au nombre des « instances prérogatives », susceptibles d'apporter une lumière nouvelle sur la nature, particulièrement privilégiées chez Bacon sont celles qui apparaissent comme exotiques, déviantes, irrégulières, hétéroclite, frontalières, crépusculaires, « en un mot tout ce qui est nouveau, rare, inhabituel dans la nature »¹² ; que cette déviance concerne l'individu (comme dans le cas des erreurs de la nature, des aberrations ou des monstres) ou l'espèce – ce que Bacon appelle instance « monodique »¹³, désignant un type de chose unique en son genre, l'aimant entre tous les minéraux, le vif-argent parmi les métaux... etc. Comme la nature recherchée doit

être capable d'expliquer non seulement la norme mais aussi la déviance, on peut estimer que l'appréhension de telles instances fournit une indication de ce que cette nature doit être¹⁴ :

L'usage des instances monodiques est comparable à celui des instances clandestines, elles servent à s'élever dans l'unité de la nature en vue de l'invention des genres ou des natures communes, qu'il faut limiter ensuite par des différences vraies. En effet, il ne faut pas s'arrêter dans cette recherche, aussi longtemps que les propriétés et les qualités découvertes dans les choses qui peuvent passer pour des miracles de la nature ne sont pas réduites et comprises sous une forme ou une loi fixe, en sorte que toute irrégularité ou singularité se révèle dépendre d'une forme commune et que le caractère miraculeux réside seulement dans une différence, dans un degré, dans une combinaison rare et non dans l'espèce elle-même ; tandis qu'aujourd'hui les spéculations des hommes se contentent de tenir cette sorte de choses pour des mystères et des merveilles de la nature, dont on ne pourrait assigner la cause et qui feraient exception aux règles générales.

Il faut remarquer que le présupposé de ce type de recherche est qu'il y a bien dans la nature quelque chose qui est à la fois occulté, intérieur et en même temps susceptible d'être découvert par l'examen des choses manifestes. La nature, nous dit Bacon, « est plus subtile que nos sens », elle recèle des « schématismes cachés », « des mouvements latents », dont l'intelligence détermine l'augmentation du savoir comme celle de la puissance humaine sur les choses. Bacon n'hésite pas à jouer avec le thème de l'arcane naturel, y compris dans sa dimension religieuse et anthropocentrique. Citant le roi Salomon dans Proverbe 25.2, il écrit¹⁵ :

C'est la gloire de Dieu de celer une chose, c'est la gloire du roi de la trouver, exactement comme si la divinité prenait plaisir au jeu innocent et sans malice des enfants qui ne se cachent que pour se faire trouver, et que dans son indulgence et sa bonté envers les hommes, elle eût choisi l'esprit humain pour jouer avec elle à ce jeu.

De ce point de vue toutefois, Bacon n'est pas original en son temps. Contrairement à un préjugé répandu, les fondateurs de la science moderne ne rompent pas avec l'occultisme renaissant en se débarrassant purement et simplement des « qualités occultes »¹⁶. Ils les réinterprètent, le plus souvent sur des bases corpusculaires ou atomistes, en les épurant d'un élément superstitieux et animiste. Mais ils restent fidèles à la dimension critique de l'occultisme, celle qui récuse la vieille conviction aristotélécienne selon laquelle il n'y aurait rien à gagner à l'exploration des dimensions cachées de la nature, que la vérité des phénomènes se lirait directement dans leur apparence macroscopique, que les qualités sensibles manifestes, comme le chaud et le froid, l'humide et le sec seraient les uniques causes des changements qualitatifs qui se produisent dans le monde visible. A ce postulat ancien d'une

« lisibilité intégrale » de la nature¹⁷, se substitue le thème renaissant du livre de la nature comme palimpseste, recueil de signes, de traces, plus ou moins ésotériques, plus ou moins effacés, et dont l'esprit humain doit reconstituer le sens par l'exercice de l'interprétation. Cette reconstitution peut s'apparenter à une chasse : la nature ne nous parle pas directement mais nous donne des traces sensibles, qu'il faut confronter, rapporter les unes aux autres. La métaphore de la chasse et du jeu de piste est explicite dans un passage de *Advancement of Learning* (1605), dont j'ai tiré le titre de cet exposé. Bacon invite son lecteur à considérer l'homologie entre les organes de l'ouïe et de la vue, l'un et l'autre constitués comme des instruments réfléchissants, caverne ou miroir, et dévoilant dans cette rencontre « les mêmes traces de pas laissées par la Nature foulant différentes substances ou matière et y imprimant sa marque »¹⁸. Là où d'autres ne voient rien, ou au mieux une simple similitude, l'interprète sagace repère une conformité qui oriente sur la voie d'une authentique anatomie de la nature.

Les deux traits juste mentionnés (la reconnaissance de la dimension heuristique de l'expérience sensible ; la conviction que la nature est plus subtile que nos sens et que c'est sa vérité qui se joue dans ce qui nous est occultée) sont à mon sens les conditions structurelles pour la mise en place d'une méthodologie indiciariaire dans les sciences de la nature. Les phénomènes sensibles ne peuvent être plausiblement considérés comme des indices que si d'une part, par un trait saillant ou une « prérogative » particulière, ils se signalent comme signes, et si d'autre part, ils pointent en direction de quelque chose qui, en lui-même, échappe au régime de la manifestation. Si ce qu'il y avait à trouver appartenait à l'ordre du manifeste, il n'y aurait pas lieu de parler de signe indiciariaire, nous verrions des relations de contiguïtés entre des phénomènes, des coexistences, mais tout ceci serait dans l'ordre du fait et de la perception, non dans celui de l'interprétation indiciariaire. Donc, on peut considérer en un certain sens que Bacon, en énumérant dans le *Novum organum* de manière systématique ce qu'il appelle les « instances prérogatives », propose une sorte de typologie des signes naturels dans le cadre d'une méthodologie indiciariaire généralisée. Mais, et c'est là qu'il y a à mon sens une vraie difficulté, cette systématisation, qui est aussi un enrégimentement de la découverte, ou son encadrement méthodique dans des tables, des échelles, des algorithmes inductifs, entre en tension avec la part de hasard, d'imprévisibilité, d'intuition et même d'irrationalité qui est peut-être indissociable de l'enquête indiciariaire. Bacon en réclamant la multiplication des instances ; « l'accumulation d'une forêt et d'une masse de points particuliers » veut justement faire table rase de cet élément d'irrationalité qui, à ses yeux cache toujours une idole.

Un bon exemple de la dérive possible du raisonnement indiciaire dont Bacon veut nous prémunir pourrait se trouver chez un Giambattista Porta, auteur à la fin du XVI^e siècle d'ouvrages de magie naturelle et de physiognomonie. En apparence, on est chez Porta sous le régime d'une pensée indiciaire pleinement assumée : tout fait signe, la ronce montre par son épine qu'elle guérit la morsure du serpent, l'homme à tête d'âne qu'il est paresseux ; les signatures, les miroirs, les traces de pas de la nature sont partout, couvrent densément la tapisserie du monde et son bestiaire enchanté. Mais en réalité parce qu'il n'y a aucune norme rationnelle, aucun critère pour décréter ce que sont les signes pertinents, les homologues véritables par opposition aux simples similitudes, c'est le préjugé sanctionné par la « sagesse populaire » qui finit par s'imposer. Comme l'écrit Gérard Simon commentant la physiognomonie de Porta¹⁹ :

C'est là qu'on touche la zone aveugle de cette pensée fondée sur des similitudes. En apparence, pour elle-même, elle est remarquablement vigilante, à l'affût du moindre indice. En réalité, elle se trouve toujours en position de redoublement du déjà dit, du déjà écrit, du déjà vu. Car elle ne fait que thématiser, que porter à l'explicite, une pratique partiellement ignorante d'elle-même et qui fondait spontanément ses inférences sur les qualités sensibles et leur patiente comparaison.

Bacon était certainement sensible à la dérive toujours possible d'une interprétation de la nature qui se contente de quelques indices disséminés, et, en se targuant au besoin d'une faveur particulière des dieux, renonce à tout contrôle inductif et expérimental²⁰. Pour cette raison, la métaphore de la chasse et des « footsteps of nature », que Bacon emprunte peut-être à des auteurs alchimistes et paracelsiens²¹, est finalement utilisée assez parcimonieusement. A l'appareil léger du pisteur, qui poursuit sa proie sans bruit et solitaire et se fie à ses intuitions, Bacon préfère la lourde machinerie des tables d'instances et le recueil collectif des histoires naturelles, dont le but est en quelque sorte de mettre la raison en vacances, de s'appuyer non plus sur les qualités individuelles des uns ou des autres ou sur leur prétendue élection, mais sur un dispositif méthodique qui égalise les talents, comme le fait le compas qui substitue un cercle égal au tracé fait à main nue²².

Historiquement, il est notable qu'à de rares exceptions près l'influence extraordinaire de Bacon sur la science classique n'est pas passée un développement ou une réappropriation de l'algorithme inductif développé dans le *Novum Organum*. La plupart des auteurs qui se réclament de lui au XVII^e et au XVIII^e siècle se gardent bien d'entrer dans son projet d'enrégimentement de la découverte. Ce qu'ils retiennent en revanche c'est bien la foi nouvelle que Bacon propage qu'il y a plus de choses sur la terre et au ciel que toutes les philosophies ont pu en rêver, et que c'est en revenant à l'examen humble de nos expé-

riences sensibles, à l'enquête méticuleuse sur le donné et ce qu'il recèle de surprenant que l'avancement des sciences sera rendu possible. On trouve ainsi, chez des auteurs très différents qui de près ou de loin se rattachent au baconianisme des exemples caractérisés de raisonnement indiciaire. Je le montrerai ici sur trois exemples empruntés à des épisodes bien connus de la science classique.

3. Trois exemples de raisonnement indiciaire

a) Robert Hooke et la *Micrographia*

Le premier auteur que je considérerai est Robert Hooke, l'un des principaux promoteurs de la philosophie expérimentale d'inspiration baconienne au cours du second demi-siècle, « *curator of experiments* » à la *Royal Society* de Londres, devenu, à la mort d'Oldenburg, secrétaire de l'institution. Dans la préface de sa *Micrographia*, publiée en 1665 il retrouve l'expression baconienne des « *footsteps of Nature* », et la valorise d'une manière qui témoigne bien de ses inclinations épistémologiques²³ :

Ce n'est pas seulement par la quantité qu'il faut estimer les biens de notre trésor philosophique, mais principalement par le poids. Les instances les plus communes ne doivent pas être négligées, mais par-dessus tout il faut s'attacher aux plus instructives. Il faut *suivre la nature à la trace*, non seulement dans son parcours ordinaire, mais quand elle semble être poussée dans ses retranchements, faire des tours et des détours, et utiliser une sorte d'art dans l'effort qu'elle fait pour se dérober à notre découverte.

Hooke est, du point de vue de la méthode, un assez fidèle baconien, il est même celui qui alors va le plus loin dans l'élaboration des tables d'instances baconiennes. Cependant c'est aussi un auteur fasciné par la nouvelle philosophie mécanique d'inspiration cartésienne, l'idée révolutionnaire selon laquelle tout dans la nature se ferait par figure et mouvement. De ce point de vue la *Micrographia* est un livre ambigu et intéressant²⁴ : dans son projet avoué, ce n'est qu'une histoire naturelle du micro-monde ; un recueil d'observations remarquables mais disparates, laissées à l'usage et l'interprétation des philosophes futurs²⁵. Dans son contenu cependant, l'ouvrage pointe déjà clairement en direction d'une résolution mécaniste des phénomènes. Hooke toutefois ne cherche pas à établir le mécanisme sur des bases *a priori* comme chez Descartes, il entend plutôt faire naître « le soupçon » que tout se fait par figures et mouvement, en empruntant un cheminement indiciaire caractérisé. La nature microscopique et le lien qu'elle entretient avec les apparences manifestes se voient ainsi sollicités pour offrir des indices plausibles de ce qui se joue dans le sub-microscopique. Ainsi le microscope révèle qu'une propriété occulte comme par

exemple le pouvoir urticant de l'ortie peut se résoudre visuellement dans un micro-mécanisme d'injection par seringue, et ce premier niveau d'explication du visible par un micro-mécanisme est un indice que la même structure causale se redouble probablement dans le rapport qui lie les apparences microscopiques aux structures sub-microscopiques ou « schématismes latents ». Dans la Préface, Hooke explique que, grâce aux nouveaux instruments d'extension des sens, les membres de la *Royal Society* ont trouvé des raisons de suspecter que « ces effets des corps qui ont ordinairement été attribués aux Qualités et ceux qu'on désignait comme occultes, sont accomplis par les petites machines de la nature qui ne sont pas discernables sans ces aides, et semblent les purs produits du Mouvement, de la Figure et de la Grandeur »²⁶. De même, l'observation des propriétés rétractiles du brin d'avoine, dont Hooke fait un ingénieux hygromètre végétal, révèle, nous dit-il, « la première trace de pas de la sensation »²⁷ dans le règne végétal, et ceci permet d'ouvrir la perspective d'une réduction généralisée des propriétés complexes de la matière à des propriétés plus simples : la sensation à la végétation, la végétation à la cristallisation, la cristallisation à la formation de globules, etc.²⁸

On voit ici que, alors qu'un Descartes mettait tout son poids spéculatif dans la justification intuitive et *a priori* du mécanisme, Hooke cherche à fonder la conjecture mécaniste sur des indices sensibles, des analogies partielles. Mais son projet n'est pas seulement de « re-motiver » le mécanisme cartésien sur des bases empiristes, il vise aussi, grâce à l'extension du réseau d'analogies tissées entre les choses visible que permet le microscope, à constituer de façon préliminaire une sorte l'alphabet physiologique, un ensemble de caractères réels dont l'articulation mécanique permettrait en quelque sorte de suivre pas à pas la nature dans le processus de complexification des formes dont elle se sert elle-même, depuis les formations globulaires les plus primitives jusqu'à la sensation animale.

Hooke est certes très prudent, conscient que la méthode indiciaire et conjecturale qu'il développe dans les marges de la *Micrographia* n'est qu'une méthode provisionnelle et imparfaite, au regard de ce que l'on pourrait attendre d'une induction conduite sur la base d'un recueil quasi exhaustif d'informations sensibles, mais, plus que Bacon, il est conscient aussi que ce provisionnel est nécessaire de fait, ce provisoire appelé à durer, et dans plusieurs textes méthodologiques, notamment ceux par lesquels il ouvre ses recherches en géologie, il avoue explicitement que le recours à une méthode conjecturale fondée sur des indices sensibles (en l'occurrence la recherche et l'explication des fossiles) est incontournable²⁹.

b. *Huygens, Titan et l'anneau de Saturne*

Le second exemple concerne Christian Huygens, un auteur qui, bien qu'il soit traditionnellement associé à la mouvance cartésienne, s'est souvent réclamé de la méthode des expériences de Bacon, en particulier pour pouvoir prendre une distance méthodologique avec Descartes. En 1659, il publie son *Systema Saturnium*, consacré en bonne part à exposer sa découverte télescopique récente de l'anneau de Saturne. Plus exactement l'apport de Huygens est l'identification de la vraie forme de l'anneau, un objet entraperçu depuis l'époque des premières observations télescopiques mais dont la forme tridimensionnelle et la situation par rapport à la planète restaient incomprises. Cet objet, « *mira et insolens fabrica naturae* », défiait depuis des décennies l'imagination des astronomes. Il changeait d'apparence au fil des années, disparaissait parfois complètement, s'élargissait à d'autres moments. On l'avait successivement identifié à deux planètes stationnaires dont l'image serait brouillée par la mauvaise qualité des télescopes, à deux anses attachées à la planète, deux « oreilles » ou deux bras aux formes changeantes...³⁰ Huygens pour sa part explique qu'il est parvenu à l'identification de l'anneau en s'appuyant sur une autre découverte, dont il est lui-même l'auteur, celle du satellite de Saturne. Le mouvement de ce satellite me paraît très clairement être utilisé par Huygens comme un indice de la vraie forme de l'objet entourant Saturne, engageant un raisonnement conjectural digne de la meilleure enquête policière. Voici comment Huygens l'explique³¹ :

Quant à moi... ce qui m'a beaucoup aidé c'est le mouvement de la Lune de Saturne découvert au commencement de mes recherches, c'est en me basant sur sa révolution autour de Saturne que j'ai pour la première fois conçu mon hypothèse...

Huygens signale un trait toujours constaté dans les astres connus, savoir que la période de rotation des planètes secondaires (les satellites) s'allonge avec la distance qui les sépare de l'astre primaire et qu'elle est toujours supérieure à la période de rotation axiale de ce dernier, du moins lorsque celle-ci est connue (comme c'est le cas pour la Terre ou pour le Soleil). La Lune de Saturne ayant d'après l'observation une période de rotation de 16 jours, il paraissait plausible (compte tenu du trait général mentionné) que toute la matière céleste située entre Saturne et son satellite soit animée d'un mouvement de rotation d'une période inférieure à ces 16 jours. En 1655, Huygens qui observe Saturne durant plusieurs jours successifs et même plusieurs semaines ne constate aucun changement dans l'apparence de ses bras qui présentent alors la figure d'une ligne droite « comme si la planète eût été

traversée de part en part par une espèce d'axe », ce fait associé aux prémisses théoriques invoquées plus haut le conduit à formuler le raisonnement suivant³² :

Comme Saturne montrait tous les jours la même forme, je compris donc que (s'il est vrai que la période de rotation de Saturne et de ce qui est attaché à lui est si courte) cela ne pouvait s'expliquer que d'une seule manière, savoir en admettant que le globe de Saturne est environné de toutes parts d'un autre corps de forme symétrique ; qu'un anneau pour ainsi dire, l'entoure au milieu. Je me disais que de cette façon, quelle que fut la célérité de sa rotation, la même figure devait toujours se présenter à nous, bien entendu si l'axe de rotation est perpendiculaire au plan de cet anneau.

De cette manière, une cause qui convenait à la phase visible en ce temps avait été trouvée. Je commençai ensuite à examiner si les autres phases qu'on attribuait à Saturne pouvait être expliquées par le même anneau.

On est bien ici, me semble-t-il, dans la logique de l'enquête indiciariaire : l'anneau s'était jusqu'alors dérobé à la découverte, à cause de cette propriété singulière d'être un corps dont la révolution autour de la planète qu'il entoure reste à l'œil inapparente. Titan fournit l'indice ici que cette propriété ne résulte pas de l'extrême lenteur de ladite révolution mais seulement de la forme particulière de l'objet dont toutes les parties sont symétriquement disposées autour de Saturne. Il faut bien sûr ajouter que cet indice ne joue son rôle révélant que parce que Huygens a admis de manière conjecturale un ensemble d'analogies sur le comportement des astres et l'idée d'une certaine uniformité du cours de la nature : il fallait que cette matière visible, aussi exceptionnelle fut-elle dans son apparence, suive la même loi que les autres objets célestes (révolution, période, etc.).

c. Newton et la tache oblongue

Le dernier exemple de raisonnement sera emprunté à un autre texte célèbre, cette fois dans le champ de l'optique physique et la théorie des couleurs : la *Nouvelle théorie de la lumière et des couleurs*, la première publication scientifique d'Isaac Newton, parue dans les *Philosophical Transactions* de 1672, sous les auspices très baconienne de la Royal Society. Newton y décrit ainsi la manière dont, quelques années plus tôt, il avait engagé sa recherche³³ :

Pour tenir la récente promesse que je vous fis, je vous apprendrai sans plus de cérémonie, qu'au début de l'année 1666 (...) je me procurai un prisme de verre triangulaire pour faire l'épreuve avec ce dernier du célèbre phénomène des couleurs. Et dans ce but, ayant obscurci ma chambre et fait un petit trou dans les volets pour laisser entrer une quantité suffisante de lumière solaire, je plaçai mon prisme à son entrée, de sorte qu'elle puisse être ainsi réfractée sur le mur opposé. Ce fut d'abord un très agréable divertissement de voir ces couleurs vives et intenses, mais après un certain temps, m'ef-

forçant de les considérer avec plus d'attention, je fus surpris de les voir sous une forme oblongue, alors que, suivant les lois acceptées de la réfraction je m'attendais à les trouver sous une forme circulaire.

La suite du récit évoque le style de l'enquête policière. La première étape consiste à regarder « l'indice » que constitue la tâche oblongue de plus près, en mesurer la longueur et la largeur pour y trouver une « disproportion si excessive » qu'elle suscite une curiosité accrue sur sa provenance. Cette disproportion, explique Newton, ne peut être mise au compte de la l'épaisseur du verre, ni de son orientation par rapport au trou ou la grandeur du trou percé dans le volet, ni d'une éventuelle courbure des rayons dans leur traversée du milieu après la réfraction. Newton fait diverses expériences ingénieuses qui lui permettent d'écarter avec certitude ces explications, jusqu'à finalement élaborer une dernière expérience dite cruciale, qui lui permet d'affirmer sans autre forme de procès³⁴ :

La véritable cause de la longueur de l'image ne pouvait être autre chose que celle-ci, à savoir, que la lumière se composait de rayons diversement réfrangibles, qui sans égard à la différence de leurs incidences, étaient, suivant leur degré de réfrangibilité, transmis vers diverses parties du mur.

La référence à l'expérience ou « instance » cruciale ne laisse guère de doute sur la filiation méthodologique dans laquelle Newton entend se situer. Bacon avait décrit ces instances comme celles qui achèvent « la carrière de l'interprétation »³⁵ en indiquant avec certitude laquelle de deux options contradictoires au sujet d'une nature donnée doit être choisie. En ce sens l'instance cruciale est un index, un doigt pointé à la croisée des chemins dans une direction donnée³⁶. L'exemple newtonien montre sans équivoque que « l'indice » n'est pas encore véritablement « l'index ». L'allongement curieux du spectre lumineux montre bien quelque chose à l'observateur perspicace, mais de manière vague et indistincte, c'est une sorte de coup de pouce de la nature, un incitatif à la recherche. L'index véritable se situe au terme d'une manipulation active, aussi bien pratique que théorique, qui passe par la mesure, la variation des conditions de l'expérience et la duplication des prismes. L'indice est devenu preuve.

4. Remarques sur ces exemples et conclusions

Chez les différents auteurs considérés, le régime indiciaire de l'interprétation est en relation avec une attention renouvelée à l'empiricité, nourrie par la conviction que nous pouvons encore trouver à nous instruire en observant la nature attentivement et en nous attachant à mieux comprendre les phénomènes rares, imprévisibles, inattendus. Hooke lui-

même dans un texte consacré aux télescopes et aux microscopes évoquera l'anneau de Saturne, comme l'exemple par excellence de ces « non-pareils » de la nature dont la découverte nous permet de corriger la pente spontanée de l'esprit humain qui, toujours trop hâtivement, veut juger de l'inconnu à l'aune du connu³⁷. De tels « non-pareils » permettent d'élargir le champ de l'interprétable et partant, corriger les hypothèses partielles et hâtives, construites sur des bases empiriques trop pauvres. De ce point de vue, on peut dire que « l'indice » joue un rôle essentiel dans la dynamique du raisonnement inductif, tel que le comprennent les auteurs du XVII^e siècle. Un régime d'interprétation indiciare est sollicité dès lors qu'il s'agit de faire « parler » l'expérience, tirer une connaissance d'ordre supérieur à partir de données d'observations immédiates, découvrir l'occulte à partir du manifeste. Il semble en effet que ce mouvement réclame plus que la simple recension de cas analogues. Ce sont les instances qui ont une certaine « prérogative », qui se distinguent par un trait singulier, qui permettent à l'interprétation de se cristalliser. Ce qui singularise l'indice en effet est le fait qu'il donne à voir une relation entre deux ordres de phénomènes qui, en règle générale, nous est masquée. Ainsi on voit dans l'examen microscopique du brin d'avoine, le lien qui peut exister à un niveau très primitif entre une certaine constitution mécanique et la possibilité de réagir à des stimulus extérieurs, et ceci est l'indice qu'il existe peut-être une manière de réduire à des mécanismes l'un des traits caractéristiques de la sensation animale qu'est l'irritabilité. L'indice microscopique ne permet pas de dire si cette réduction est réellement possible, mais il exhibe un fait suggestif, susceptible d'orienter la recherche dans ce sens. On retrouve bien ce trait chez Newton et chez Huygens. Qu'il s'agisse de la période de révolution de Titan ou de la forme du spectre lumineux, l'indice est ce qui oriente le raisonnement vers la solution d'un problème à un moment où cette solution n'est pas encore disponible. Il appartient à la phase préliminaire de la recherche, celle au cours de laquelle on circonscrit les apparences pertinentes, les phénomènes qui ont le plus de chance d'être significatifs.

On voit à cet égard que l'indice est pris dans une sorte de dialectique de la contingence et de la nécessité. Il est lié de manière nécessaire à ce dont il est le signe (s'il y a un satellite au-delà des bras de Saturne, il faut que sa période de révolution soit plus longue que celle des bras) ; mais il est contingent que l'indice soit présent (Saturne pourrait ne pas avoir de Satellite), ou qu'il soit repéré par l'observateur (avant Newton personne ne s'était inquiété de l'allongement de la tâche lumineuse provoquée par le prisme). Dans le même ordre d'idées, le repérage de l'indice requiert un esprit préparé – un bagage théorique d'astronomie, d'optique ou de physiologie est nécessaire pour repérer l'indice comme tel

(Titan ne parlerait pas à un observateur qui n'aurait aucune idée du comportement des astres), mais en même temps l'appréhension de l'indice réclame une certaine disposition de l'esprit à l'étonnement, à la nouveauté ou à l'imprévisibilité, disposition psychologique sur laquelle Bacon et Hooke mettent particulièrement l'accent dans leurs textes méthodologiques.

Ces tensions ou ces contradictions ne disqualifient pas la recherche indiciaire mais soulignent seulement son appartenance au contexte de découverte, lequel n'obéit pas à la logique stricte qui est requise pour la « justification ». Cette dernière, lorsqu'elle intervient réellement (et ce n'est le cas, dans les exemples précédents, que chez Huygens et Newton) requiert un autre mode de raisonnement : chez Huygens, ce sera une confrontation des apparences passées et futures de l'astre avec la solution présumée ; chez Newton la confirmation passe par la mise en place de l'expérience cruciale, une manipulation active de l'indice qui a pour but de le faire parler d'une manière univoque, le transformer en « preuve ». On peut noter que Huygens fait preuve d'une plus grande modestie dans la manière dont il présente son résultat final : il estime n'être arrivé au mieux qu'à l'établissement d'une conjecture extrêmement probable sur la forme de l'anneau ; Newton pour sa part proclame être parvenu à une conclusion infaillible. Son *experimentum* exhibe directement « le coupable », la nature en cause (l'hétérogénéité principielle de la lumière), sans conjecture d'aucune sorte, pas même une inference à la meilleure explication³⁸. Cette situation est d'autant plus paradoxale qu'on peut estimer que parvenir à la certitude sur la forme extérieure d'un objet, celui-ci fut-il très lointain, est un accomplissement plus à portée des capacités humaines qu'atteindre une conclusion définitive sur la constitution interne et occulte de la lumière blanche. Ces attitudes divergentes témoignent de l'existence d'au moins deux stratégies possibles dans la mobilisation épistémologique de l'indice naturel : l'une, celle de Huygens, rattache l'indice au mouvement par lequel nous choisissons des hypothèses ou des modèles explicatifs, dans le contexte (généralement privilégié par Huygens en physique) d'une analyse hypothético-déductive des phénomènes. Il y a toujours une part d'arbitraire dans la méthode des hypothèses : le choix que l'on fait de telle conjecture ou de tel modèle n'est jamais entièrement déterminé par nos connaissances empiriques – l'indice apparaît à cet égard comme une sorte de régulateur naturel de cet arbitraire, une raison, subjectivement suffisante, de choisir une hypothèse plutôt qu'une autre. Newton de son côté entend développer une approche de la nature totalement an-hypothétique : l'indice ne doit donc pas être pas une sorte de prétexte psychologique pour la spéculation, la position d'hypothèses arbitraires. L'indice est un point où il apparaît que la nature fait saillie

et c'est donc sur l'indice qu'il convient d'appliquer ses forces, enfoncer le coin de l'expérimentation, pour révéler quelque chose qui est de l'ordre de la constitution causale sous-jacente.

Je ferai une dernière remarque sur les textes de Newton et Huygens. Elle concerne la dimension inévitablement rhétorique d'un récit de découverte. Chez les deux auteurs, cette dimension est renforcée du fait que le récit proposé intervient tardivement – respectivement quatre et sept ans après la découverte effective. On est donc en droit de penser que le processus effectif de la découverte a été en partie reconstruit pour gagner une cohérence épistémologique que la démarche effective n'avait pas forcément. S'agissant de Newton, ceci ne fait d'ailleurs guère de doutes. Nombreux sont les commentateurs qui, ayant examiné les manuscrits de jeunesse rapportant les expériences optiques de 1665-1666 n'y ont pas trouvé trace du cheminement presque naïf que Newton décrit en 1672. Les manuscrits³⁹ nous découvrent un auteur qui s'efforce dès le départ d'éprouver la validité de l'hypothèse corpusculaire sur la nature de la lumière, et pour cette raison les expériences prismatiques sont bien loin d'avoir la naïveté ou la spontanéité qui nous est décrite en 1672 dans le texte envoyé aux *Philosophical Transactions*. La narration soignée qui nous présente le cheminement de la découverte comme passant successivement de la recherche d'une simple distraction esthétique, à la curiosité, de la curiosité à l'étonnement, de l'étonnement à l'enquête expérimentale sert une fin parfaitement déterminée : Newton voudrait pouvoir convaincre son lecteur que ce n'est pas guidé par une préconception théorique sur la nature de la lumière qu'il en est venu à concevoir sa théorie, mais qu'il y a été amené en quelque sorte par la nature elle-même et par l'examen attentif de quelques unes de ses traces ou « footsteps ». Ce qui est en jeu ici est évidemment le besoin que ressent Newton de donner une sorte de distinction épistémologique « baconienne » à sa découverte. S'il n'est pas arrivé à ses conclusions par les voies qu'il décrit mais par des cheminements beaucoup plus troubles (ce qui est à peu près certain), la reconstruction narrative a au moins la vertu de « prouver » qu'un cheminement purement inductif qui conduit, sans forger d'hypothèses, de l'indice à l'index et de l'index à la nature même des choses, était possible dans son principe. Sa mise en relief rhétorique témoigne qu'aux yeux de Newton et nombre de ses contemporains, elle constitue même la norme de l'invention scientifique.

Post scriptum sur l'usage du terme paradigme dans l'expression « paradigme indiciaire » :

Sans être en mesure d'assigner les 21 significations du terme kuhnien de paradigme signalées par Marco Bertozzi, j'en perçois au moins deux qui sont susceptibles de s'appliquer au propos de Carlo Ginzburg. La première, qui est le sens le plus sûr et immédiat de l'expression chez Kuhn se réfère à une manière exemplaire de résoudre des problèmes. Il y a ainsi un paradigme newtonien de la physique mathématique, qui correspond grosso-modo au style de l'enquête newtonienne : on produit sur une base axiomatique un modèle mathématique abstrait de corps en mouvements soumis à des forces, et on complexifie peu à peu ce modèle jusqu'à parvenir à une situation qui ressemble suffisamment aux phénomènes observés dans le monde naturel. La méthode s'impose comme le paradigme même de l'enquête physico-mathématique, et sert à résoudre les problèmes de la science dite « normale ». L'autre signification renvoie à l'idée plus populaire et autrement problématique de *Weltanschauung*, le paradigme définit une vision du monde, un horizon d'intelligibilité pour les phénomènes, en même temps qu'une sémantique inédite. Les révolutions scientifiques nous font passer d'un paradigme à un autre, incommensurables l'un à l'autre, et du même coup nous font changer d'époque.

La question qu'on peut se poser en lisant l'admirable article de Carlo Ginzburg est de savoir à quel genre de « paradigme » on a affaire ici. En un sens particulier, qui est celui de la mise en abîme, l'article illustre lui-même l'idée du paradigme indiciaire comme « méthode exemplaire » : il se veut une enquête sur un phénomène historique qui est l'émergence d'une méthode d'interprétation qu'il met lui-même en pratique. L'article procède en effet à la recension d'épisodes qui en eux-mêmes sont peut-être dépourvus de signification globale, mais dont la coïncidence historique est révélatrice d'une mutation importante dans la manière d'aborder l'interprétation des phénomènes humains. L'improbable conjonction Holmes-Freud-Morelli se présente comme un indice de quelque chose de souterrain qui se met en place au tournant du siècle et concerne peut-être les sciences humaines dans leur ensemble. Ceci pointe donc en direction du second sens du terme paradigme : celui d'une mutation intellectuelle profonde qui affecterait les sciences humaines et leur méthodologie, ou peut-être contribuerait à créer l'idée même de sciences humaines. Ce sens-là, massif, du terme paradigme, est évidemment celui auquel on aimerait pouvoir donner chair, mais l'article n'en dit quasiment rien. De quelle nouvelle sorte de relation à l'homme et aux productions humaines, le succès des méthodologies indiciaires est-il l'indice ? Quelle pourrait être la leçon anthropologique et épistémologique de ce succès ?

Notes

- 1.— R. Hooke, *Micrographia*, Londres, 1665, Préface.
- 2.— Cf. *L'Essayeur de Galilée*, trad. fr. C. Chauviré, Annales littéraires de l'Université de Besançon, Les Belles Lettres, 1980, p. . . . : « je dis que je me sens nécessairement amené, sitôt que je conçois une matière ou substance corporelle, à la concevoir tout à la fois comme limitée et douée de telle ou telle figure, grande ou petite par rapport à d'autres, occupant tel ou tel lieu à tel ou tel moment, en mouvement ou immobile, en contact ou non avec un autre corps, simple ou composée, et par aucun effort d'imagination, je ne puis la séparer de ces conditions ; mais qu'elle doive être blanche ou rouge, amère ou douce, sonore ou sourde, d'odeur agréable ou désagréable, je ne vois rien qui contraigne mon esprit à l'appréhender nécessairement accompagnée de ces conditions ; et peut-être, n'était le secours des sens, le raisonnement et l'imagination ne les découvriraient jamais. Je pense donc que ces saveurs, odeurs, couleurs, etc., eu égard au sujet dans lequel elles nous paraissent résider, ne sont que de purs noms et n'ont leur siège que dans le corps sensible, de sorte qu'une fois le vivant supprimé, toutes ces qualités sont détruites et annihilées »
- 3.— *Traces*, 156.
- 4.— *Traces*, 154.
- 5.— G. Galilée, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Florence, 1632, trad. fr. R. Fréreau et F. De Gandt, *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*, Paris, Seuil, 1992, p. 272 : « la nature a d'abord fait les choses à sa façon et elle a ensuite fabriqué les raisonnements humains capables de saisir, à grand peine certes quelque chose de ses secrets. »
- 6.— Cf., par exemple, *L'Essayeur*, p. . . . « Nulle est la force de l'autorité humaine sur les effets de la nature, sourde et inexorable à nos vains desirs. »
- 7.— C'est H. Reichenbach qui introduit cette terminologie pour distinguer la manière dont un résultat scientifique est présenté ou justifié devant la communauté scientifique, et la façon, souvent fort différente, dont il est découvert. Reichenbach partage avec Popper et bien d'autres l'idée selon laquelle le contexte de découverte relève de la psychologie et de l'histoire, et non de la philosophie. L'idée ou le projet d'une « logique de la découverte », d'un *ars inveniendi*, d'une méthode de l'invention constitue pourtant depuis Aristote, jusqu'à Peirce ou Hanson, en passant par Descartes, Bacon ou Leibniz l'un des moteurs les plus puissants de l'enquête épistémologique.
- 8.— *Dialogue*, *op. cit.* p. 83-4.
- 9.— La loi peut en revanche elle-même être tenue pour une sorte d'indice ou d'indication préliminaire de ce que cette réalité doit être. Un exemple célèbre se trouve dans le *Scholium Generale* des *Principia* de Newton (édition de 1713). L'établissement de la loi de gravitation n'explique pas ce qu'est la force d'attraction mais elle donne cependant une indication sur sa nature (sur laquelle Newton déclare ne pas vouloir faire d'hypothèse) : la loi affirme que la force doit être en proportion de la masse non de la surface des corps, en conséquence la force d'attraction doit affecter les corps dans leur masse même, agir jusqu'au cœur du soleil, elle ne peut donc pas résulter de l'action d'une cause purement mécanique, qui par définition n'affecterait que la surface du corps. Cf. I. Newton, *The Principia, Mathematical Principles of Natural Philosophy*, trad. angl. I. B. Cohen et A. Whitman, Los Angeles, University of California Press, p. 943.
- 10.— T. Kuhn, « Tradition mathématique et tradition expérimentale dans l'évolution des sciences physiques », in *La Tension essentielle*, Gallimard, Paris, 1990.
- 11.— Ainsi au XVIII^e siècle, à l'époque du triomphe de la science newtonienne, les chimistes revendiquent leur identité disciplinaire, contre diverses formes de réduction « physicaliste » (newtonienne ou cartésienne), en affirmant que leur science a affaire de manière irréductible à la « qualité ». Cf. sur ce sujet l'article d'Alan Shapiro : « the revolt of chemists against Newton's theory of colored bodies », *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, vol. 53, n°150-151, Juin-décembre 2003, pp. 225-239.

- 12.– Bacon, *Novum Organum*, Londres, 1620, trad. fr. M. Malherbe et J.-M. Pousseur, Paris, PUF, 1986, II, 29, p. 243 (au sujet des instances « déviantes »).
- 13.– *Op. cit.* II, 28 p. 241. Les éditeurs anglais des œuvres complètes de Bacon, font état d'une incertitude sur ce terme (*cf. The Works of Francis Bacon*, éd. J. Spedding, R. Ellis et D. Heath, Londres, 1858, 14 vols, vol., p...). Bacon a peut-être confondu monodique avec monadique. Monodique est emprunté au vocabulaire musical et signifie ce qui est chanté par une seule voix (le solo) ; monadique désigne de manière générale l'existence singulière. Bacon, qui ne se réfère pas à la métaphore musicale, définit ses instances « monodiques » de la façon suivante : « [elles] montrent les corps qui, pris dans leur tout concret, paraissent hors du commun et comme coupés de la nature, ne concourant aucunement avec les autres choses du même genre » (*ibid.*).
- 14.– *Ibid.*
- 15.– *Vues sur l'interprétation de la nature*, dans F. Bacon, *Recusation des Doctrines philosophiques et autres opuscules*, trad. fr. G. Rombi et D. Deleule, Paris, PUF, 1987, p. 193.
- 16.– C'est la thèse développée par Keith Hutchison « What happened to occult qualities in the scientific revolution », *Isis*, 73, 1982.
- 17.– Selon l'expression de Hans Blumenberg dans *die Lesbarkeit der Welt*, Frankfurt a. M., 1993. Voir également *Die Legitimität der Neuzeit* (1966), trad. fr. M. Sagnol, J.L. Schlegel et D. Tierweiler, *La Légitimité des Temps Modernes*, Paris, Gallimard, 1999.
- 18.– F. Bacon, *Du progrès et de la promotion des savoirs*, trad. fr. Michèle Le Doeuf, Paris, Gallimard 1991, p. 114 : « Les instruments des sens ne forment-ils pas une seule et même espèce avec les instruments réfléchissants – l'œil semblable à un miroir, l'oreille semblable à une caverne ou un passage encaissé et fermé ? Aucune de ces choses n'est une simple similitude, comme des hommes à la vue étroite pourraient le penser. Mais elles sont les mêmes traces de pas laissées par la Nature foulant différentes substances ou matières et y imprimant sa marque. »
- 19.– G. Simon : « Sur un mode de méconnaissance au XVI^e siècle : Porta et l'occulte », dans *Sciences et Savoirs aux XVI^e et XVII^e siècles*, Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion, 1996, p. 56.
- 20.– Dans le *Novum Organum*, (II, 27), p. 240, il critique les auteurs de magie naturelle comme des « écrivains bien légers. » « [...] avec beaucoup de frivolité et d'extravagance ils décrivent et même parfois forgent entre les choses des ressemblances et des sympathies qui n'ont pas de consistance. »
- 21.– L'assimilation de la recherche chrisopœïétique à une « chasse » est en effet un topos de la littérature alchimique, ainsi que le précepte selon lequel il convient dans cette recherche de suivre les traces ou les indices laissés intentionnellement par la nature.
- 22.– *Novum Organum*, p.
- 23.– *Micrographia*, The Preface (ma traduction) : « We must not therefore esteem the riches of our philosophical treasure by the number only, but chiefly by the weight ; the most vulgar instances are not to be neglected, but above all, the most instructive are to be entertain'd, the footsteps of nature are to be trac'd, not only in her ordinary course, but when she seems to be put to her shifts, to make many doublings and turnings, and to use some kind of art in endeavouring to avoid our discovery. »
- 24.– Pour une présentation plus complète du projet de Hooke et des ambitions multiples de la *Micrographia*, je me permets de renvoyer le lecteur à l'ouvrage issu de ma thèse de doctorat : Ph. Hamou, *La Mutation du visible, volume II : télescopes et microscopes en Angleterre de Bacon à Hooke*, Presses universitaires du Septentrion, Villeneuve d'Ascq, 2001.
- 25.– *Cf. Micrographia*, Preface : « all my ambition is, that I may serve to the great Philosophers of this Age, as the makers and the grinders of my Glasses did to me ; that I may prepare and furnish them with some *Materials*, which they may afterwards *order* and *manage* with better skill, and to far greater advantage. »
- 26.– *Ibid.* « By this means they find some reason to suspect, that those effects of Bodies, which have been commonly attributed to *Qualities*, and those confess'd to be *occult*, are perform'd by the small *Machines* of Nature, which are not to be discern'd without these helps, seeming the meer products of *Motion*, *Figure*, and *Magnitude*. »

- 27.– *Micrographia*, p. 127, cf. aussi p. 87-88.
- 28.– *Micrographia*, p....
- 29.– Cf. R. Hooke, *Lectures and discourses of Earthquakes*, in Posthumus Works, éd. R. Waller, Londres, 1705, p. 330 sq, et pour un commentaire D. Oldroyd, Robert Hooke's methodology of science as exemplified in his « Discourses of Earthquakes », *British Journal for the History of Science*, vol. 6, n°22, 1972.
- 30.– Les observations de Galilée, Scheiner, Gassendi, Biancani, Fontana, Hevelius sont soigneusement rapportées par Huygens dans un schéma qui juxtapose toutes les approximations observationnelles de l'anneau. Cf. *Systema Saturnium* (1659), *Œuvres complètes de Christian Huygens*, publiées par le Société Hollandaise des Sciences, 22 volumes, La Haye, Martinus Nijhoff, 1888-1950, vol. XV, p....
- 31.– *Systema Saturnium*, p. 294
- 32.– *Systema Saturnium*, p. 296.
- 33.– Cf. *Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*, éd. I. B. Cohen et R. E. Schofield, Harvard University Press, Cambridge, 1958, p....
- 34.– *Ibid.* p....
- 35.– *Novum Organum*, II, 36, p. 256. Voici, selon Bacon en quoi ces *instantiae crucis* consistent : « Lorsque dans l'étude d'une nature, l'entendement est placé dans un état d'équilibre, ne sachant à laquelle de deux natures (ou parfois d'un plus grand nombre) doit être attribuée ou assignée la cause de la nature étudiée, en raison du concours répété et ordinaire de nombreuses natures, les instances de la croix montrent que le lien de l'une de ces natures (avec la nature étudiée) est étroit et indissoluble, et celui de l'autre variable et susceptible d'être rompu ; ce qui met un terme à la question, la première nature étant alors retenue comme cause, l'autre étant écartée et répudiée » (*ibid.* p. 255). C'est Hooke qui, dans la *Micrographia*, utilise pour la première fois l'expression « *experimentum crucis* » que Newton fera passer à la postérité.
- 36.– Dans les traductions anglaises du *Novum Organum*, l'*instantia crucis* est rendu par « instance of the fingerpost » : l'instance du « poteau indicateur », le signe placé aux carrefours et qui indique aux voyageurs les directions par le moyen de divers panneaux en forme de doigts ou de fleches. Ian Pears qui a planté le décor d'un brillant roman policier dans l'Angleterre baconienne des années 1650, a su jouer, dans le titre comme dans la composition de son roman, sur les idées d'indices, d'enquête, de croisée et de bifurcation véhiculées par le terme de Bacon – cf. *An Instance of the Fingerpost*, New York, Riverhead Books, 1998.
- 37.– *Discourse concerning Telescopes and Microscopes*, publié dans R. T. Gunther, *Early Science in Oxford*, XV vols., Oxford, 1923-1967, vol. VII, p. 739 (je traduis) : « Car qui aurait jamais imaginé une configuration ou fabrique pareille à l'anneau de Saturne ? qu'y a-t-il dans tous les corps célestes que nous connaissons aujourd'hui qui lui soit analogue ? et, de par l'imperfection des premiers télescopes, quelles conceptions extravagantes et irrationnelles furent formées à son sujet, cela n'apparaît que trop bien dans les descriptions et les explications données du phénomène, avant la plus parfaite découverte faite par Mons. Chr. Huygens et les explications ingénieuses qu'il en a données. Et cette *Autopsia* est non seulement utile mais aussi absolument nécessaire pour donner une idée et une conception vraie de nombreux phénomènes, sans lesquelles l'imagination risque fortement de divaguer et sortir de la vraie voie. »
- 38.– Dans la lettre à Oldenburg de 1672 dont l'article des *Philosophical Transactions* fut tiré, Newton précisait que sa doctrine « n'est pas une hypothèse, mais une conséquence parfaitement rigide, elle n'est pas conjecturée en faisant simplement l'inférence qu'il en est ainsi parce qu'il ne peut en être autrement, ou parce qu'elle satisfait à tous les phénomènes (ce lieu commun [*Topick*] universel des philosophes), mais déduite évidemment par la médiation d'expériences permettant de conclure directement et sans suspicion ni doute. » *The correspondence of Isaac Newton*, éd. H. W. Turnbull et alii, 7 vol. Cambridge, Cambridge University Press, 1959-1977, I, pp. 96-97. Ce passage de la lettre à Oldenburg n'a pas été reproduit dans l'article des *Phil Tr.*
- 39.– Cf. en particulier les textes publiés dans *Certain Philosophical Questions Newton's Trinity Notebook*, éd. J. E. McGuire et M. Tamny, Cambridge, Cambridge University Press, 1983.

