

Histoire des démarches scientifiques

De l'Antiquité au monde contemporain



Jean-Yves Cariou

Préface de Gabriel Gohau

Éditions Mériologiques

Adso, dit Guillaume, résoudre un mystère n'est pas la même chose qu'une déduction à partir de principes premiers. Et ça n'équivaut pas non plus à recueillir une bonne quantité de données particulières pour en inférer ensuite une loi générale¹.

Dans *Le Nom de la rose*, le moine enquêteur Guillaume de Baskerville, que campe à l'écran un Sean Connery au regard pénétrant, s'inspire des préceptes de son maître franciscain Roger Bacon (1214-1294), le «Docteur admirable». Pour résoudre un mystère, explique l'enquêteur médiéval au jeune novice qui l'accompagne, ni la voie purement déductive ni la voie inductive ne sauraient être fécondes. Dans les brumes mystiques du Moyen Âge perce la maxime de frère Roger, dans un latin que nous comprenons encore aisément : *sola experientia certificat, et non argumentum*². Sa plume ajoute : «Les plus forts arguments ne prouvent rien, tant que les conclusions ne sont pas vérifiées par l'expérience.»

Les parts des faits et des idées, l'apport de l'observation des choses et celle des constructions de l'esprit dans la quête humaine du savoir ont, de tous temps, fait l'objet de vifs débats, d'oppositions, de reconversions même. L'évolution de la pensée du prix Nobel François Jacob est, à ce titre, exemplaire : il narre dans son autobiographie³ comment, jeune chercheur, il s'était engagé hardiment sur une voie glorifiant l'expérience, avide d'extraire l'or du savoir d'un patient orpaillage de faits. Mais le voilà bientôt contraint de jeter aux ornières ses premières conceptions méthodologiques :

Contrairement à ce que j'avais pu croire, la démarche scientifique ne consistait pas simplement à observer, à accumuler des données expérimentales et à en tirer une théorie. Elle commençait par l'invention d'un monde possible, ou d'un fragment de monde possible, pour le confronter, par l'expérimentation,

[1] U. Eco, *Le Nom de la rose*, Le Livre de Poche, 1982, p. 328.

[2] «Seule l'expérience certifie, et non l'argument» (*Opus tertium* [1267], chap. XIII, in *Opera quaedam hactenus inedita*, ed. J.S. Brewer et al., 1859, p. 43).

[3] *La Statue intérieure*, Odile Jacob, 1987, p. 250.

au monde extérieur. Et c'était ce dialogue sans fin entre l'imagination et l'expérience qui permettait de se former une représentation toujours plus fine de ce qu'on appelle « la réalité ».

La piste purement expérimentale était chimérique, et c'est une voie marquée par une perception plus subtile du dialogue entre imagination et expérience qui mènera notre empiriste défroqué à ses découvertes fondamentales en génétique.

Depuis des temps forts reculés, l'esprit humain, parvenu à quelques clartés au cours de ses avancées dans les ténèbres, a ainsi parfois réfléchi, en se retournant, sur les itinéraires empruntés. Ceux-ci n'avaient, plus d'une fois, qu'un rapport ténu avec les voies envisagées et les résolutions prises au départ de l'entreprise.

Peut-on se fier à nos sens, imparfaits, ou la spéculation a-t-elle plus de force pour percer les secrets du monde? L'esprit est prompt à divaguer: « les faits, rien que les faits », prônent alors certains. « Quand l'eau courbe un bâton, ma raison le redresse », rétorque La Fontaine, qui mouche les sens d'un sentencieux: « La raison décide en maîtresse. »

La marche de l'esprit est aisément bondissante: trop de licence et l'égarément la guette; trop de prudence au contraire, et elle risque de s'assujettir à ses propres chaînes.

Le scientifique actuel, à l'instar du savant des siècles passés, dispose de ces deux formidables machines humaines: la perception et l'entendement. Mais les deux sont faillibles: tel Ulysse, il navigue, encore de nos jours, entre les sirènes des illusions trompeuses et celles des abstractions séduisantes. Quel est le bon cap? Quand est-on au port? On conçoit le désir de disposer de portulans, sextants et boussoles aptes à rendre plus sûres la navigation des esprits comme la fiabilité des regards.

En ce début de XXI^e siècle, le biologiste Georges Chapouthier dressait le portrait des « espèces » de chercheurs du point de vue de la méthode. Tout en distinguant le courant *conceptualiste* du courant *empiriste*, il esquisse le bilan suivant: « En fait, le chercheur adopte l'une et l'autre de ces positions: le conceptualiste doit souvent corriger ses hypothèses à la suite de ses (més)aventures empiriques, et, à l'inverse, l'empiriste est bien obligé de partir d'une hypothèse, même sommaire, pour entreprendre ses expériences⁴. » Il n'en reste

[4] « Qu'est-ce qu'un biologiste aujourd'hui? », *Pour la Science* n° 366, avril 2008, p. 30-33.

pas moins, poursuit-il, que les tenants de chaque courant ne manquent pas de critiquer les collègues-chercheurs de l'autre courant.

Ce débat sur les chemins de la connaissance est millénaire : dès l'Antiquité s'opposent les tenants d'une voie inductive, partant des faits et s'élevant jusqu'aux idées, et les adeptes d'une voie déductive, initiée dans l'esprit et descendant vers les faits à expliquer. Platon et Aristote explorent ces deux voies, et tracent des pistes qui serviront longtemps de repères. Chez les médecins grecs antiques s'affrontent les « empiriques » et les « dogmatiques », et commence à se dessiner, en lien avec le renouveau de la philosophie au sein de la Nouvelle Académie, une troisième voie, sorte d'intermédiaire ou de compromis entre les deux précédentes : celle du contrôle des possibles, voie passant par l'hypothèse. Des médecins-philosophes du II^e siècle se situent à l'apogée de ce renouveau à la fois théorique et pratique, qui restera cependant longtemps sans suite.

Après le sommet philosophique et médical du II^e siècle, l'Antiquité tardive et le Moyen Âge ne sont pas dépourvus d'esprits remarquables. Les savants de langue arabe inspirent les théologiens latins du XIII^e siècle, que stimule la redécouverte d'Aristote. Des idées marquantes en termes de démarches sont couchées sur les écritoires de Robert Grosseteste et de Roger Bacon en Angleterre, et sur celles, sur le continent, d'Albert le Grand puis, plus tard, de Jean Buridan et de Nicole Oresme. À la Renaissance, un scepticisme et un probabilisme favorables à l'entreprise scientifique prennent de l'ampleur, Ramus réforme la dialectique dans ce sens, Copernic interroge les cieux ; Montaigne, les esprits. Les réflexions de ce dernier nourriront, à l'aube du XVII^e siècle, deux grands discours sur la méthode, qui tracent les lignes directrices de la voie inductive, avec Francis Bacon, et de la voie déductive, avec René Descartes. Leurs œuvres marquent la « philosophie naturelle » jusqu'à nos jours. Tous deux veulent d'abord purifier l'esprit des scories scolastiques qui l'encombrent. L'un prescrit alors de s'élever en partant d'une base solide d'observations et d'expériences, gangue d'où extraire méthodiquement le trésor de la connaissance. L'autre se livre au doute le plus radical, pour ne se fier qu'à ce qui subsiste clairement et distinctement à un tel traitement. Et de ce bastion réduit, mais élevé, son esprit pensant étend le territoire de la connaissance par des chaînes déductives du plus pur métal rationnel.

Leur opposition n'est cependant pas irréductible, et certains de leurs successeurs convergent vers la troisième voie, plus tard nommée hypothético-déductive, et déjà empruntée par quelques originaux qui

n'en font pas tout un système, tels Kepler et Galilée en physique, Harvey en biologie. Elle est conceptualisée par Rohault (1671), cartésien dissident, et surtout Hooke, baconien inventif (1687).

Entre la thèse déductiviste et l'antithèse inductiviste, la synthèse hypothético-déductiviste semble devoir s'étendre sur les sciences.

Descartes cependant séduit au-delà de son siècle : il fournit la première explication du monde depuis Aristote, globale, cohérente, compréhensible. Un dieu. « Il détruisit les chimères absurdes dont on infatuait la jeunesse depuis deux mille ans » dit Voltaire, pourtant newtonien. Descartes explique, construit des châteaux merveilleux de raison. Il manie l'hypothèse en virtuose. Les *Femmes savantes* se pâment dans ses tourbillons.

Mais, au réveil, Newton paraît, mathématicien qui pense pouvoir porter dans les sciences de la nature une certitude égale à celle de son domaine d'origine. Il se décrit comme un nain sur les épaules de Descartes et de Hooke. Ce dernier lui demande alors son avis sur ses hypothèses concernant la gravitation. Newton n'a pas d'avis. Mais quand il dévoile sa grande œuvre (1687), ces idées en forment le cœur. Avec elles, il détruit le système de Descartes, qui avait substitué aux erreurs antiques les siennes, plus séduisantes. Le nouveau système explique tout à son tour, paraît-il, d'après ceux qui comprennent ses forces invisibles et ses calculs arides, mais en plus, *il marche*. Les marées, la comète de Halley : tout lui obéit. Le triomphe. Mais ce qu'il doit aux hypothèses de Hooke, il en accorde le crédit à une pomme.

C'est le coup d'arrêt newtonien : il bannit les hypothèses de la science, disperse à jamais celles de Descartes, escamote celles de Hooke et ne veut plus entendre parler que d'induction, barrant durablement la troisième voie. La démarche inductive règne alors sans partage : le monde scientifique mettra près de deux siècles à s'en remettre. Nombreux sont ceux qui désirent être le « Newton » de quelque domaine.

Locke (1690) montre à quel point l'entendement se conforme aux principes sensualistes de son ami Newton, mais Leibniz (1704) réagit et défend l'intellect, avant que Hume (1739) porte une attaque implacable à la fois contre l'induction et les prétentions de la raison, qui contraint Kant (1781), « tiré de son sommeil dogmatique », à critiquer la raison pure.

Si la voie de l'hypothèse trouve des défenseurs au XVIII^e siècle, telle Émilie du Châtelet qui, dès 1740, se prononce à ce sujet de manière fort claire, bientôt suivie par Diderot en 1753, cette voie est nettement

tracée au milieu du XIX^e siècle par Whewell (1840), Chevreul (1850) qui définit la « méthode expérimentale », et Claude Bernard qui la reprend (1865). Darwin et Pasteur ne manquent pas de prendre part aux débats. Les logiciens s'emparent de la question de savoir s'il existe une « logique de la découverte », sans aboutir.

Au XX^e siècle, cette troisième voie est consacrée par Popper et les scientifiques modernes qui le soutiennent, ainsi François Jacob met-il en avant toute l'importance du « jeu des possibles », suivi de la confrontation de ce qui pourrait être avec ce qui est. Après Popper, les aspects psychologiques et sociologiques des recherches scientifiques sont interrogés, et des auteurs comme Kuhn, Lakatos, Laudan et Chalmers proposent des modèles généraux du cheminement des chercheurs, sans remettre fondamentalement en cause l'importance des conjectures et des réfutations.

L'opposition entre vaines envolées spéculatives et laborieux amoncellements factuels s'est résolue, au terme de soubresauts historiques qui fournissent les clés de bien des *discours de la méthode* passés et actuels, dans l'alliance fructueuse entre esprit créatif et esprit de contrôle, le second n'empêchant pas le premier de s'exprimer librement, mais le ramenant sans cesse aux fourches caudines du réel.

Des questions épistémologiques fondamentales surgissent de cette fresque historique, où les expérimentateurs médiévaux répondent aux penseurs grecs et où les partisans de Newton défont le monde des spéculateurs cartésiens : peut-on définir « une » démarche scientifique ? Comment expliquer les oppositions méthodologiques entre chercheurs, les revirements individuels ou collectifs ? C'est ce que tentera d'éclairer la dernière partie de cet ouvrage, tout en proposant une vision synthétique des démarches scientifiques sous la forme d'un descriptif général de démarche hypothético-*abductive*.

Table des matières

PRÉFACE DE GABRIEL GOHAU, page 5

PROLOGUE, page 9

CHAPITRE 1 page 15

Sur les premiers sentiers de la connaissance

1] Lueurs orientales	15
2] Premiers Grecs hors des mythes : trois écoles pour la science naissante	18
2.1] L'école ionienne : attitude rationnelle et critique	20
2.2] L'école pythagoricienne et la première définition d'une méthodologie de recherche	24
2.3] L'école éléate, à l'origine du débat épistémologique	25
3] Cordes, vases, outres et pipettes antiques : premières tentatives expérimentales	30

CHAPITRE 2, page 39

Les grands penseurs d'Athènes : Socrate, Platon, Aristote

1] Socrate et Platon : de l'art de cheminer	39
1.1] Induction, définition, dialectique, réfutation	42
1.2] Hypothèse et examen des conséquences	44
1.3] Les deux méthodes de Socrate (selon Platon)	46
2] Aristote : premier discours de la méthode	53
3] « <i>The Arch of Knowledge</i> »	57

CHAPITRE 3, page 69

Raisonnements en sciences : voies diverses

1] Quatre procédures	69
----------------------------	----

1.1] Induction	69
1.2] Déduction	70
1.3] Abduction	72
1.4] Raisonnement par analogie	75
2] Validité <i>versus</i> nouveaux horizons	77
3] Raisonnement hypothético-déductif	78
4] Induction/déduction, analyse/synthèse, résolution/composition, <i>oti/dioti, quia/propter quid</i>	81
5] Le hasard et la sagacité: sérendipité, «méthode de Zadig» et de Sherlock Holmes	102

CHAPITRE 4, page 109

Débats antiques sur le certain, le probable, le vraisemblable

1] Mises en doute et mises à l'épreuve scientifiques	110
1.1] Critiques et révisions au sein du Lycée	110
1.2] Lumières d'Alexandrie et de Syracuse	112
2] Débats philosophiques sur les fondements de la connaissance	119
2.1] Épicuriens, stoïciens, néo-académiciens	121
2.2] La théorie de Carnéade: le plausible et son examen	127

CHAPITRE 5, page 137

Médecins philosophes à l'origine de la méthode expérimentale

1] Théorie et expérience dans les sectes médicales antiques ...	138
1.1] Dogmatiques, empiriques, méthodiques	138
1.2] Le trépied des empiriques	140
1.3] Les deux jambes de Galien	143
2] La révolution méthodologique inachevée du II ^e siècle	145
2.1] L'épistémologie de Galien	145
2.2] Ménodote et les médecins-philosophes empiriques et sceptiques	148
2.3] Parallèle relatif entre le II ^e et le XVII ^e siècle	151

CHAPITRE 6, page 155

Dernières lueurs de l'Antiquité

- 1] Augustin d'Hippone (354-430) :
du probabilisme à la certitude révélée 155
- 2] Le faillibilisme de Proclus (412-485) 157
- 3] Philopon d'Alexandrie (vers 490-vers 570),
hypothético-déductiviste du VI^e siècle 159

CHAPITRE 7, page 161

Clartés du Moyen Âge

- 1] Savants médiévaux de langue arabe 161
- 2] Les bouleversements des XII^e et XIII^e siècles en Occident ... 166
- 3] Jean de Salisbury : renaissance médiévale
du probabilisme néo-académicien 169
- 4] Théologiens médiévaux apôtres de l'expérience 170
 - 4.1] Robert Grosseteste..... 170
 - 4.2] Albert le Grand 175
 - 4.3] Roger Bacon 177
 - 4.4] Thierry de Freiberg 180
- 5] La théorie de la connaissance de Thomas d'Aquin 184
- 6] Renforcements de l'approche inductive 187
- 7] Ockham, une référence pour le principe d'économie 195
- 8] Débats chez les maîtres parisiens au XIV^e siècle 203

CHAPITRE 8, page 217

Réflexions épistémologiques à la Renaissance

- 1] *La Docte ignorance* de Nicolas de Cues 217
- 2] Pensées de Léonard de Vinci 220
- 3] *Methodon* chez Copernic 221
- 4] Une réforme probabiliste de la dialectique 226

5] Scepticisme et connaissance à la Renaissance	229
6] Les théoriciens du <i>Regressus</i>	236

CHAPITRE 9, page 241

Les deux voies codifiées par Bacon et Descartes

1] Les auteurs d'une révolution intellectuelle sans précédent ...	243
2] Expérience et induction : Bacon	247
3] Intuition et déduction : Descartes	253
4] Rapprochements	255
4.1] Bacon et les hypothèses	256
4.2] Descartes et les expériences	261
5] L'engouement pour les explications cartésiennes	270

CHAPITRE 10, page 277

Démarches dans la première moitié du XVII^e siècle

1] William Gilbert, l'annonce d'un renouveau	277
2] Kepler décrit son cheminement	279
3] Les démarches de Galilée	282
3.1] Deux axes d'approche	284
3.2] Méthode résolutive	285
3.3] Galilée épistémologue	288
3.4] Force du raisonnement	289
3.5] Démarche <i>ex suppositione</i>	291
3.6] Force du contrôle par l'expérience	292
4] L'exposé méthodique de Harvey	296
5] Le probabilisme de Mersenne et de Gassendi	299
6] Théories et expériences autour de la pression de l'air : Torricelli et Pascal	306
7] Les limites des démarches scientifiques	311

CHAPITRE 11, page 315

Convergences conceptuelles sur une troisième voie

1] Boyle concilie Bacon et Descartes	315
2] Hooke et l'esprit d'invention	322
3] Expérimentalisme dans l'héritage cartésien	329
3.1] Les préceptes de Sténon	329
3.2] Rohault: trois sortes d'expériences	330
3.3] Malebranche quitte la pure spéculation	333
3.4] Bayle: se garder des nues et des abymes	333
3.5] Les degrés de vraisemblance selon Huygens	334
3.6] Lémery: l'approche analogique	336
4] «Nouvel esprit scientifique» et sociétés savantes	337

CHAPITRE 12, page 345

Newton, Hooke et la question des hypothèses

1] Les sentences méthodologiques de Newton : <i>Sine fictis hypothesibus</i> (1706), <i>Hypotheses non fingo</i> (1713)	345
2] La querelle des hypothèses	346
2.1] Les certitudes du jeune Newton	346
2.2] Première confrontation avec Hooke	350
2.3] Newton: la lettre avec 46 fois «hypothèse»... ..	351
2.4] Les hypothèses de Hooke: un nouveau système du monde ...	354
3] La lettre mystérieuse et l'homme qui en savait trop	361
3.1] Les étranges bévues et lapsus de Newton	365
3.2] Hooke, <i>the man who knew too much</i>	367
4] Les règles méthodologiques de Newton	371

CHAPITRE 13, page 379

L'impact durable des préceptes newtoniens

1] Le choc Descartes-Newton	379
2] L'homme de la «formule de l'Univers»	381

3] La portée de l'interdit newtonien	386
4] La «Newtonmania» et les «Newton de...»	390
4.1] Influences en physique	392
4.2] Influences hors de la physique :	
Buffon, Cuvier, Magendie, Desmarest, Dumas	394
4.3] Influences hors des sciences :	
Hume, Reid, Rousseau, Kant, d'Holbach, Saint-Simon, Comte ...	405
5] «La véritable méthode» de Newton pour les futurs savants ...	409

CHAPITRE 14, page 411

Les enquêteurs de l'entendement humain (1690-1800)

1] Locke: <i>Essai sur l'entendement humain</i> (1690)	412
2] Leibniz: <i>Nouveaux essais sur l'entendement humain</i> (1704) ...	417
3] Hume: <i>Enquête sur l'entendement humain</i> (1748)	424
4] Kant tiré de son «sommeil dogmatique» (1781)	432

CHAPITRE 15, page 447

Les défenseurs de l'hypothèse du XVIII^e à l'aube du XIX^e siècle

1] Révisions chez les héritiers newtoniens	447
1.1] Hales: bâtir des châteaux de cartes	447
1.2] Le revirement de 's Gravesande	449
1.3] Laplace révisé son opinion	453
1.4] Deux Ampère	455
2] Philosophes et gens de lettres des Lumières françaises	457
2.1] Émilie du Châtelet: discours de la méthode hypothétique ...	457
2.2] Turgot: l'invention et la critique	461
2.3] Le flambeau brandi par Diderot	463
2.4] Bataille dans les pages de <i>l'Encyclopédie</i>	466
2.5] Condillac: du danger des conjectures à leur force	470
2.6] Lavoisier sur les traces de Condillac	474

3] «Méthode de l'hypothèse» chez des scientifiques du XVIII ^e siècle	476
4] La synthèse historique opérée par Dugald Stewart	497

CHAPITRE 16, page 501

L'expérimentation «toutes choses égales par ailleurs»

1] Comparaisons d'effets supposés différents	501
2] L'institution d'un témoin	502
2.1] L'adage de Galien célébré par Claude Bernard	502
2.2] Groupe témoin chez Rhazès	503
2.3] Une seule différence	503
2.4] Mariotte théorise	507
2.5] Vers une pratique généralisée	507

CHAPITRE 17, page 511

Philosophies de la nature au XIX^e siècle

1] La <i>Natural Philosophy</i> britannique: Herschel, Whewell et Mill autour de Darwin	511
1.1] Le Discourse fondateur d'Herschel (1830)	512
1.2] La philosophie de Whewell	520
1.3] Les méthodes de Mill	533
1.4] Les spéculations de Darwin	540
2] La <i>Naturphilosophie</i> de Goethe et des idéalistes allemands ...	544
3] Le combat contre la métaphysique: Comte et le positivisme ...	551
3.1] La «théorie fondamentale des hypothèses» de Comte	552
3.2] La réception du positivisme	558
3.3] Lois, causes, finalité: le comment et le pourquoi	562
4] Les modèles surprenants des «joueurs d'échecs» britanniques	564

CHAPITRE 18, page 575

L'avènement de la méthode expérimentale

1] Chevreul et sa méthode expérimentale	575
2] Claude Bernard, «sur les ailes d'une hypothèse»	579
3] Le conflit Berthelot-Pasteur (1879)	588
4] Une floraison d'ouvrages méthodologiques	594

CHAPITRE 19, page 597

Logiciens et méthodologie scientifique

1] Logiciens du XIX ^e siècle	597
2] Vérificationnisme dans le Cercle de Vienne et l'École de Berlin	605
3] Nouvelles tentatives probabilistes : théories bayésiennes de la confirmation	616

CHAPITRE 20, page 621

Cheminevements jusqu'aux temps actuels

1] L'abduction de Peirce, Hanson, Salmon, Harman	621
2] L'apport des psychologues : Dewey, Claparède, Piaget	629
2.1] Dewey : l'enquête hypothético-déductive	629
2.2] Claparède : question, hypothèse, contrôle	634
2.3] Piaget, professeur d'histoire de la pensée scientifique ...	636
3] Physique nouvelle et esprit scientifique	638

CHAPITRE 21, page 645

Regards sur l'épistémologie et la science contemporaines

1] Conjectures et réfutations : Karl Popper	645
2] Résistances à la réfutation, holisme et sous-détermination	654
3] Les positions de Kuhn, Lakatos, Feyerabend, Laudan, Chalmers	672
4] Mario Bunge, physicien philosophe	691
5] Les sociologues de la connaissance	697

6] La science en marche vue par les chercheurs contemporains	702
7] L'intelligence artificielle et le <i>Big Data</i> ou le retour de l'inductivisme	708
CONCLUSION, page 717	
Du cheminement de la pensée dans la recherche scientifique: variations théoriques et constances pratiques	
1] Une unité des démarches scientifiques?	717
1.1] Deux grandes traditions	717
1.2] Unité de fait autour de l'hypothèse	720
1.3] L'imagination et le contrôle: une démarche hypothético- <i>abductive</i>	721
1.4] Idée contrôlée <i>versus</i> idée séduisante	726
2] Les variations historiques des discours sur les démarches scientifiques	730
2.1] Deux antithèses historiques fondamentales: faits/idées, doute/certitude	731
2.2] Difficultés d'une approche explicative de l'histoire des idées	733
2.3] Adhérer à une démarche ou la rejeter: différents facteurs ...	735
2.4] Approche interprétative de quelques réorientations théoriques historiques	737
INDEX, page 745	
BIBLIOGRAPHIE, page 757	