

Solal Azoulay

## COMPTE RENDU :

**CATHERINE ALLAMEL-  
RAFFIN, JEAN-LUC GANGLOFF  
ET YVES GINGRAS (DIR.),  
*L'EXPÉRIMENTATION DANS  
LES SCIENCES*, ÉDITIONS  
MATÉRIOLOGIQUES, COLLECTION  
« ÉPISTÉMOLOGIE COMPARÉE »,  
2022, 210 PAGES.**



*Solal Azoulay*

**COMPTE RENDU : CATHERINE ALLAMEL-RAFFIN, JEAN-LUC GANGLOFF ET YVES GINGRAS (DIR.), *L'EXPÉRIMENTATION DANS LES SCIENCES*, ÉDITIONS MATÉRIOLOGIQUES, COLLECTION « ÉPISTÉMOLOGIE COMPARÉE », 2022, 210 PAGES.**

Ce livre collectif a pour objet une pratique scientifique particulièrement importante mais étonnamment délaissée par la philosophie des sciences : l'expérimentation. Aux yeux de ses auteurs, l'intérêt épistémologique des pratiques expérimentales réside dans leur caractéristique commune essentielle qui les singularise au sein de l'activité scientifique : la « modification volontaire » des phénomènes étudiés. Toutefois, au-delà de la formulation de ce critère de démarcation, le but de l'ouvrage n'est en aucun cas de proposer un modèle général de l'expérimentation transposable à n'importe quelle discipline scientifique. Tout au contraire, son parti pris est de proposer une approche résolument pluraliste en étudiant les formes extrêmement variées sous lesquelles les pratiques expérimentales ainsi définies se déclinent dans les différentes sciences – de la physique fondamentale à la médecine, en passant par la sociologie – en fonction de la nature de leurs objets. Le projet est ambitieux mais l'ouvrage réussit en 210 pages à offrir une introduction à la fois claire et suffisamment exhaustive aux principaux enjeux de l'expérimentation, tout en respectant jusqu'au bout son approche pluraliste. Il y parvient notamment au moyen d'un propos synthétique (agréable à lire), un chapitrage limpide (un chapitre = un auteur = une science), mais aussi et surtout une approche au plus près des pratiques concrètes de l'expérimentation combinant histoire (voire sociologie) des sciences, méthodologie et épistémologie formelle.

Le premier chapitre, rédigé par l'historien et sociologue des sciences Yves Gingras (par ailleurs docteur en physique), est consacré à l'expérimentation en physique. S'appuyant sur de nombreux exemples tirés de l'histoire des sciences, son fil conducteur conceptuel est la variété des relations entretenues entre les théories physiques, les instruments de mesure et les observations. Ainsi, Yves Gingras explique qu'une observation peut être conduite sans être guidée par aucune conception préalable, et ainsi permettre de découvrir des régularités. À l'inverse, organiser méthodiquement les observations en fonction d'une représentation préalable peut permettre des découvertes qui auraient été impossibles autrement. D'autre part, une observation peut être conduite à l'aide d'instruments sans que le fonctionnement de ces derniers soit pour autant théorisé. À l'inverse, un instrument peut être entièrement conçu dans le but de confirmer (ou d'infirmier)

par l'observation une prédiction théorique donnée. Pour finir, Yves Gingras note que l'observation fait face à des problèmes de réplication du fait de la faible fréquence d'apparition de certains phénomènes et à l'utilisation d'appareils de mesure uniques car coûteux – problème affectant également l'expérimentation. Tout comme l'observation non-contrôlée, l'expérimentation peut elle aussi avoir ou bien une finalité théorique (tester la validité d'une proposition) ou bien une finalité purement exploratoire (découvrir de nouveaux phénomènes). Yves Gingras montre toutefois que cette distinction est relative – les résultats d'expériences exploratoires pouvant ultérieurement confirmer ou infirmer une théorie. Par ailleurs, si l'expérimentation en physique consiste bien à réaliser une observation reproductible et sa contre-épreuve relativement à une variable contrôlée (et isolée), elle se distingue en revanche par l'absence de groupe contrôle.

Le deuxième chapitre, écrit par le philosophe des sciences Jean-Pierre Llored, aborde le cas de la chimie. Cette discipline illustre particulièrement bien à quel point les modalités de l'expérimentation sont étroitement liées à la nature des objets expérimentés. En effet, la chimie étudie d'une part les « corps » (purifiés) et leurs « réactions » (concepts interdépendants). De ce point de vue, l'isolement et le contrôle expérimental des éléments chimiques s'avère indispensable à leur purification, leur étude et enfin leur classification. Toutefois, l'isolement expérimental, bien que nécessaire, s'avère rapidement limité par la complexité croissante des interactions entre éléments hors du cadre expérimental. D'autre part, les classes de réactions associées aux corps sont elles-mêmes fonction du milieu dans lequel ces derniers sont placés. Dans ces circonstances, il est par définition difficile, voire impossible, de fixer des propriétés des corps qui soient généralisables à tous les milieux, puisque chaque milieu – par exemple une rivière – est susceptible de différer, même légèrement, de tous les autres. Ces difficultés rendent longs et coûteux les protocoles d'élaboration des dispositifs expérimentaux, qui consistent en des « complexes {appareil-méthodes-corps-milieu associé} » (p. 46) effectuant des opérations de mesure extrêmement spécifiques.

Le troisième chapitre, de la main de l'historien des sciences et philosophe Laurent Loison, porte sur les sciences de la vie. Selon l'auteur, les enjeux spécifiques de l'expérimentation dans cet ensemble de sciences sont étroitement corrélés à la manière dont l'objet « vivant » a progressivement été intégré dans un cadre mécaniste à des échelles de plus en plus petites – ce cadre étant une condition nécessaire à la formulation d'hypothèses expérimentalement « testables ». Ainsi, la circulation sanguine n'a pu faire l'objet d'une démonstration expérimentale par le médecin William Harvey au XVII<sup>e</sup> siècle que grâce à l'analogie entre ce phénomène et le modèle mécanique de la pompe hydraulique. Laurent Loison prend ensuite l'exemple de Claude Bernard, deux siècles plus tard, qui a réussi à rendre compte dans un cadre strictement mécanique de l'apparente spontanéité du vivant en faisant porter l'expérimentation sur les tissus – ces derniers étant conçus comme appartenant à un « milieu intérieur » plus large, source de l'auto-régulation de l'organisme tout en étant entièrement soumis au déterminisme (p. 56). Enfin, l'expérimentation sur le vivant a connu une importante accélération à travers son application aux cellules, puis aux hormones et enfin aux gènes (concept formalisant au départ des lois statistiques empiriques de distribution de traits phénotypiques et progressivement mécanisé avec le modèle chimique de l'ADN). Abordant un autre enjeu majeur de l'expérimentation, Laurent Loison montre en quoi le modèle de l'évolution, fondamentalement historique, ne peut être l'objet d'expérimentation, sinon de manière indirecte en observant en laboratoire des processus évolutifs supposés être analogues à ceux ayant effectivement structuré l'histoire du vivant sur terre.

À partir du quatrième chapitre, rédigé par le psychologue Jean Andusseau, l'ouvrage passe aux sciences humaines et sociales en commençant par la psychologie. Après avoir rappelé l'origine en psycho-physiologie de l'expérimentation et souligné l'importance de l'observation, l'auteur fournit une justification du recours à des méthodes expérimentales en psychologie. L'expérimentation permet, d'une part, de contrôler les facteurs interférant causalement avec le phénomène étudié (la « variable indépendante »). Elle est, d'autre part, nécessaire pour fonder le jugement causal du chercheur sur des « contre-épreuves » grâce à la mise en place de conditions de contrôle dans lesquelles la variable indépendante prend des valeurs différentes. Toutefois, Jean Andusseau souligne que l'expérimentation sous sa forme idéale-typique rencontre trois obstacles majeurs en psychologie. Tout d'abord, divers phénomènes mentaux apparaissent comme des totalités difficilement découpables en variables susceptibles d'expérimentation. D'autre part, alors que l'expérimentation vise à la formulation de lois générales, les sujets auxquels elle a affaire présentent une variabilité individuelle plus ou moins forte. Enfin, quand bien même l'on parviendrait à trouver une régularité dans cette variabilité, ce serait nécessairement au détriment de la singularité des individus étudiés. Jean Andusseau montre que pour surmonter ces obstacles les psychologues

ont, d'une part, proposé des modèles alternatifs du fonctionnement psychique, et ont, d'autre part, renouvelé leurs outils statistiques d'interprétation de données expérimentales au fil de ces innovations théoriques.

Le cinquième chapitre, qui a pour auteur l'épistémologue et historien des sciences Dominique Raynaud, prend pour objet la sociologie. À rebours d'anti-expérimentalistes comme Jean-Claude Passeron, l'auteur considère que l'expérimentation n'est pas impossible dans cette discipline et que les éventuels obstacles à sa mise en œuvre sont communs aux autres sciences expérimentales. Dans ce chapitre, il passe alors en revue les différents types de pratiques expérimentales en sociologie qu'il illustre par plusieurs travaux empiriques. Il présente d'abord les expérimentations sociales dont le but est avant tout pratique et dont la méthodologie est très relâchée. Il défend ensuite l'idée que les sondages d'opinion ne sont pas des expérimentations (qui testeraient une hypothèse) mais des observations (qui découvrent des faits nouveaux). Puis, il aborde les expérimentations indirectes, c'est-à-dire l'étude statistique de données « naturelles » non provoquées par le chercheur, telles que la pratiquait Durkheim – conformément à sa conviction selon laquelle les faits sociaux échapperaient par nature au contrôle expérimental. Dominique Raynaud en vient ensuite aux expérimentations contrôlées, qui testent l'existence de relations causales entre une variable « indépendante » et une variable « dépendante ». À cette fin, l'expérimentateur compare un groupe expérimental et un groupe témoin dans lesquels seule la valeur de la variable indépendante change, tandis que toutes les autres variables sont maintenues constantes. S'il constate un changement dans les valeurs prises par la variable dépendante au sein de ces deux groupes, il peut en conclure que la variable indépendante a bien un effet causal. Dominique Raynaud justifie au passage l'intérêt méthodologique de la « randomisation », c'est-à-dire de la répartition aléatoire des sujets entre le groupe expérimental et le groupe témoin. L'auteur souligne que ces expérimentations ne sont pas exemptes de critiques constructives, qu'elles soient relatives aux inférences causales du chercheur ou à la pertinence de ses variables par exemple. Le chapitre s'achève sur la méthode sans doute la plus polémique, les expériences de laboratoire. Jugées impossibles pour un « holiste » comme Durkheim, Dominique Raynaud rétorque qu'elles sont compatibles avec des paradigmes comme l'individualisme méthodologique ou l'interactionnisme, ce qu'il illustre avec une expérience démontrant l'effet de différentes structures de relations sur la solidarité sociale.

Le sixième chapitre, que l'on doit aux économistes Herrade Igersheim et Mathieu Lefebvre, s'intéresse à l'économie. Dans cette discipline également, l'expérimentation a fait face à des résistances mais est parvenue à conquérir sa légitimité. Selon Herrade Igersheim et Mathieu Lefebvre, l'institutionnalisation de cette méthode est passée par quatre étapes historiques : une émergence dans les années 1950, une consoli-

dation puis un décollage dans les années 1960 à 1990 (grâce à Charles Plott et Vernon Smith, en particulier), et enfin une maturité consacrée par la remise du prix Nobel d'économie à plusieurs expérimentalistes. Le chapitre expose ensuite les bases méthodologiques de l'expérimentation, en distinguant des principes très généraux (étude de l'effet d'une variable indépendante par comparaison d'un groupe test et d'un groupe contrôle avant et après traitement) et d'autres spécifiques à l'économie. Herrade Igersheim et Mathieu Lefebvre mettent ainsi en avant le caractère quasi systématique du traitement en double aveugle (pour que les comportements des agents ne soient pas sensibles au fait d'être observés), de la répétition des tâches (pour que les comportements ne soient pas guidés par la recherche de réputation), ou encore de la mise en place d'incitations financières (par opposition aux psychologues qui soumettent souvent leurs sujets à des problèmes décisionnels dénués d'enjeu). Ces précautions méthodologiques ne peuvent néanmoins supprimer des effets tels que l'auto-sélection des sujets ou encore la faible généralisabilité des résultats expérimentaux due aux conditions artificielles de l'environnement du laboratoire. Le chapitre s'achève avec la comparaison des résultats d'expériences de terrain et de laboratoire (deux modalités expérimentales essentielles en économie) sur deux objets : l'impact de différents modes de scrutin sur le vote et la prise de décision en contexte de dilemmes sociaux.

Le septième chapitre, écrit par l'économiste Vincent Helfrich, a pour objet les sciences de gestion. À la frontière entre économie, psychologie et sociologie, cette discipline présente une forte hétérogénéité théorique et méthodologique. Son unité réside dans son objet (l'étude des dispositifs) et dans sa finalité (essentiellement pratique), qui confèrent ensemble une importance capitale à l'accès au terrain. De même qu'en économie, l'expérimentation est une méthode nouvelle pour les sciences de gestion et se décline sous deux formes. Les expériences de laboratoire obéissent aux mêmes codes qu'en psychologie : elles visent à tester une relation causale en contrôlant les variables d'intérêt et en éliminant les éventuels biais expérimentaux, avec le risque néanmoins de produire des résultats artificiels difficilement généralisables. Les expériences de terrain, pour leur part, sont souvent non randomisées et ont d'abord une finalité pratique : elles consistent à introduire un nouveau dispositif et à observer son effet sur le comportement des individus. Dans l'ensemble, les expériences en sciences de gestion rencontrent des difficultés assez similaires aux autres sciences humaines : les variables expérimentales sont bien souvent difficilement isolables et manipulables et les expériences de terrain sont rarement reproductibles, violant trois conditions jugées essentielles de l'expérimentation. À cela s'ajoutent des difficultés méthodologiques (biais de sélection, effet de sujet) mais aussi éthiques et politiques classiques et documentées dans d'autres disciplines comme la psychologie et l'économie, telles que l'impossibilité de tester un dispositif potentiellement néfaste, ou

la difficulté à ne pas faire bénéficier au groupe contrôle d'un dispositif potentiellement positif.

Le huitième chapitre, de la plume de la philosophe des sciences Stéphanie Dupouy, quitte le champ des sciences humaines pour celui de la médecine. Ici, l'autrice propose une histoire de la pratique et la pensée de l'expérimentation en médecine depuis l'Antiquité. La première forme prise par l'expérimentation consiste dans le soin du patient, dont le résultat nourrit l'expérience individuelle du médecin comme celle, collective, de la tradition médicale. La deuxième forme d'expérimentation consiste dans les essais de traitements inconnus et potentiellement dangereux. C'est sur la base d'une méfiance vis-à-vis de la tradition et d'un rejet éthique des essais médicaux « sauvages » qu'a émergé une troisième forme d'expérimentation, l'essai comparatif méthodique, avec toutefois deux visions opposées : l'empirisme « numériste » et le rationalisme physiologiste. Le premier, illustré par les essais de remèdes contre le scorbut (effectués par le médecin de marine James Lind sur des membres de son équipage) et contre la variole (avec les contributions de mathématiciens comme La Condamine, Bernouilli et D'Alembert), repose sur la mesure statistique des effets d'un traitement. Le second, illustré par Claude Bernard et Louis Pasteur, met au premier plan la compréhension causale des mécanismes à l'œuvre dans les maladies et les traitements médicaux. Héritiers de cette double tradition, les essais contrôlés randomisés (ECR) contemporains reposent sur trois principes : *l'allocation aléatoire du traitement entre un groupe test et un groupe contrôle*, pour éviter les facteurs de confusion, par exemple la distribution du traitement à des individus de bonne constitution physique, en *double aveugle*, afin d'éliminer les effets psychologiques que la prise ou la non-prise du traitement peuvent avoir sur le patient, et de *manière multicentrique*, c'est-à-dire dans différents lieux, de façon à répliquer l'essai. Si les ECR sont aujourd'hui au sommet de la hiérarchie des preuves dans l'évaluation des traitements, leur statut de « *gold standard* » fait toutefois face, selon l'autrice, à un certain nombre de questionnements. Si les critiques éthiques relatives à la moralité de l'attribution d'un placebo ne menacent pas vraiment la légitimité des ECR – elles ont au contraire encouragé les partisans des ECR à développer de solides contre-arguments qui ont ensuite été intégrés à la réglementation encadrant les essais cliniques – l'autrice pointe en revanche la difficulté à généraliser des essais aux critères d'inclusion trop stricts à de nouvelles populations et à d'autres contextes géographiques.

Le neuvième chapitre, proposé par le professeur de médecine et praticien hospitalier Jean-Christophe Weber, interroge la mesure dans laquelle la clinique peut être considérée comme une forme d'expérimentation selon les critères de Claude Bernard. L'auteur rappelle d'abord les définitions bernardiennes de l'expérimentation (une observation contrôlée) et du raisonnement expérimental (une méthode d'inférence causale,

applicable aussi bien à l'observation qu'à l'expérimentation). De ce point de vue, la clinique se singularise par un raisonnement expérimental implicite et inconscient, d'une part, et par une investigation à la frontière entre observation passive et expérimentation active, d'autre part. Elle se démarque, en outre, par l'absence de groupe contrôle et de contre-épreuve (le médecin ayant affaire à une succession de patients individuels), par l'incapacité d'isoler des variables au sein de la totalité que constitue le patient, et par l'impossibilité de répliquer ses expériences (en introduisant volontairement la maladie chez un patient par exemple). En outre, alors que l'expérimentation poursuit un but de connaissance, la première finalité de la clinique est pratique : soigner les patients. Enfin, selon Christophe Weber, alors que l'expérimentation est une méthode strictement « impersonnelle » ayant affaire à « tout ce qui relève du nécessaire », la clinique consiste dans une pratique qui, sans être purement subjective, consiste dans la mise en œuvre de cette méthode impersonnelle par un individu particulier doté de connaissances personnelles, le médecin, dans un contexte plus large également marqué par le « contingent » et le « fortuit » (p. 179).

Dans le tout dernier chapitre, l'historien et archéologue romaniste Nicolas Monteix discute la place des méthodes expérimentales dans l'archéologie contemporaine. Cette discipline se définit comme l'étude des sociétés passées à travers l'observation de leurs traces matérielles via des fouilles archéologiques. Chaque investigation d'un site étant unique et irréversible, elle ne peut pas consister en une expérience reproductible testant une hypothèse mais plutôt en une observation servant de base à une généralisation inductive. Après une brève histoire des expérimentations archéologiques de Napoléon III à nos jours, Nicolas Monteix propose quatre exemples d'expérimentations récentes et de formes variées : la construction d'une réplique de navire, la reproduction d'un four antique, la réalisation de gestes de coupes bouchères avec différents outils et enfin la fouille d'un four expérimental contemporain. Ce dernier exemple est particulièrement original puisque des archéologues ont été amenés à exprimer des hypothèses interprétatives au sujet d'un outil utilisé par des acteurs contemporains pouvant confirmer ou infirmer la solidité du jugement des chercheurs. L'auteur utilise ces exemples pour montrer que le degré de contrôle des variables des expériences archéologiques est extrêmement fluctuant : s'il est très élevé pour la découpe bouchère, il est en revanche plus relâché pour la réalisation de répliques de navire et de four qui reposent sur des hypothèses parfois nombreuses et difficilement testables. En outre, les expériences archéologiques testant le fonctionnement d'un artefact sont conditionnées à un apprentissage de la pratique par le chercheur. À l'opposé du modèle idéal-typique et intellectualiste de l'expérimentation, elles présentent un deuxième intérêt non-prévu qui est de confronter les conceptions de l'archéologue à la matérialité de l'artefact (qu'il s'agisse d'un cheval à éviscérer ou d'un four dont il faut réguler la température).

Avec un remarquable sens de la synthèse et de la précision, ce livre offre une introduction critique à des notions qui paraissent désormais évidentes à tout expérimentaliste : variable indépendante, variable dépendante, groupe expérimental, groupe contrôle, contre-épreuve, randomisation, double aveugle, covariation, inférence causale, isolement, manipulation, contrôle, test d'une hypothèse, validité externe, etc. Fidèles à leur promesse, les auteurs présentent des pratiques expérimentales concrètes dont les formes et les finalités, débordant bien souvent le modèle idéal-typique de l'expérimentation, varient profondément en fonction de leurs objets. L'investigation épistémologique proposée par l'ouvrage est d'autant plus intéressante qu'elle s'adosse systématiquement à des exemples précis – certains bien connus, d'autres beaucoup moins – tirés de l'histoire des sciences mais aussi de l'acointance personnelle des auteurs avec les pratiques scientifiques dont ils font la description. Bien que bref, ce livre ouvre de nombreuses pistes de réflexion qui s'avéreront stimulantes même pour un philosophe des sciences averti.

Sans doute d'autres directions intéressantes auraient également pu être empruntées, par exemple en questionnant l'assujettissement de l'expérimentation à une modélisation de type « causale » dans un certain nombre de disciplines. En effet, reprenant les canons méthodologiques fixés par les expérimentalistes professionnels (notamment en psychologie), plusieurs chapitres de l'ouvrage (spécialement ceux consacrés aux sciences humaines) affirment qu'une expérience vise à étudier les relations causales entre une « variable indépendante » (manipulée par le chercheur) et une « variable dépendante ». C'est selon ce découpage que sont conçus non seulement le dispositif expérimental lui-même mais aussi l'objet empirique étudié par ce dispositif. Or, d'une part, ce découpage de la réalité peut être méthodologiquement problématique dans la mesure où les variables dépendantes définies par le chercheur ne sont pas nécessairement de bons indicateurs des phénomènes observés. Ainsi, lorsque l'économie expérimentale cherche à mesurer le degré d'altruisme d'un individu à partir de sa propension à partager une certaine somme monétaire avec un inconnu, elle sélectionne une variable dépendante restrictive purement monétaire et se prive d'autres indicateurs pertinents – par exemple le fait de consacrer du temps et de rendre service à autrui. Mais d'autre part, l'on peut se demander si ce découpage n'est pas potentiellement inapproprié à certains domaines pour des raisons plus profondes tenant à la nature même des objets étudiés. Ainsi, la modélisation causale est-elle encore légitime alors même que le concept de « cause » semble avoir disparu de la physique au profit de celui de « loi », et qu'il est concurrencé en sciences humaines par celui de « raisons » (ainsi que par des concepts dispositionnalistes) ? Et, si cette modélisation causale est légitime, à quel niveau doit-elle s'ap-

pliquer ? Stéphanie Dupouy prend à bras-le-corps cette deuxième question au sujet des essais médicaux en soulignant la tension opposant les empiristes, pour qui seule l'efficacité causale du traitement compte – la question essentielle étant « est-ce que le traitement fonctionne ? » –, et les rationalistes qui privilégient au contraire l'étude des mécanismes physiologiques causalement intermédiaires entre le traitement et l'état du patient – la question essentielle étant « pourquoi le traitement fonctionne-t-il ? ». Enfin, peut-être le lecteur sera-t-il un peu surpris que les critiques de l'expérimentalisme en sciences humaines, et particulièrement en sociologie, soient si facilement écartées par les auteurs au motif qu'elles relèveraient du « militantisme » et seraient séparées de l'activité scientifique contemporaine. Si ce parti pris restreint le point de vue, il n'enlève rien de son intérêt à cet ouvrage, qui a le mérite de mettre en lumière des pratiques d'expérimentation originales même dans des disciplines les moins traditionnellement expérimentales.

#### HISTORIQUE

Compte rendu soumis le 18 janvier 2023.  
 Compte rendu accepté le 14 avril 2023.

#### SITE WEB DE LA REVUE

<https://ojs.uclouvain.be/index.php/latosensu>

#### DOI

<https://doi.org/10.20416/LSRSPS.V10I1.8>

#### CONTACT ET COORDONÉES

Solal Azoulay  
 Université de Strasbourg  
 solal.azoulay@mailo.com

#### SOCIÉTÉ DE PHILOSOPHIE DES SCIENCES (SPS)

École normale supérieure  
 45, rue d'Ulm  
 75005 Paris



#### SOCIÉTÉ DE PHILOSOPHIE DES SCIENCES (SPS)

École normale supérieure  
 45, rue d'Ulm  
 75005 Paris  
 www.sps-philoscience.org

