

Lois, exceptions et dispositions

Max Kistler

In : Bruno Gnassounou et Max Kistler (éd.), *Les dispositions en philosophie et en sciences*, Paris, CNRS Editions, 2006, p. 175-194.

La science cherche à établir des vérités générales. Une manière de rendre précise l'exigence de généralité est d'exiger qu'une hypothèse nomologique ne doit contenir que des prédicats *purement qualitatifs*. Un tel prédicat ne doit pas contenir de référence à des objets, instants temporels, ou endroits particuliers. C'est parce qu'elle viole cette exigence que : « Toutes les personnes dans cette salle ont un cœur » n'est pas une hypothèse nomologique. Peu importe s'il est vrai ou non, cet énoncé n'est pas susceptible d'exprimer une loi de la nature, simplement parce qu'il n'est pas suffisamment général.

Le problème

Les énoncés suivants sont généralement considérés comme exprimant des lois. Mais ces énoncés ne sont vrais que s'ils n'ont pas de forme strictement universelle. Dans la mesure où leur forme est strictement universelle, ils ne sont pas vrais.

1. Le syllogisme pratique qui est fondamental pour l'explication et la prédiction des actions humaines selon le sens commun, peut s'exprimer dans une forme nomologique : si la personne x désire A et croit que B est le meilleur moyen pour accomplir A , x tentera de faire B . Encore plus brièvement : « Si une personne désire quelque chose, elle entreprendra des démarches pour l'obtenir. »¹ Bien entendu, cette généralisation a ses exceptions : j'ai en ce moment même de nombreux désirs, comme par exemple le désir d'être allongé au soleil sur la plage, que je ne fais suivre d'aucune démarche en vue de les satisfaire. Parfois la raison est que je juge que la satisfaction de ce désir est hors de ma portée, parfois je juge simplement préférable de poursuivre la satisfaction d'un désir plus important, comme celui de mettre sur papier mes réflexions sur les exceptions.

2. La généralisation économique : « Si le prix d'un bien baisse, la demande pour ce bien augmentera »², exprime une réelle dépendance de la demande par rapport au prix, mais elle connaît des exceptions. Si le prix d'un meilleur bien B baisse davantage que le prix du bien A , de sorte que B devienne moins cher que A , la demande pour A peut bien diminuer bien que son prix baisse.

3. Il existe une loi de biogéographie selon laquelle : « A l'équilibre, sur une 'île' (à l'égard des créatures d'un certain groupe taxonomique), le nombre S d'espèces de ce groupe augmente de manière exponentielle avec la surface A de l'île : $S=cA^z$. Les constantes (à valeur positive) c et z sont spécifiques au groupe taxonomique et au groupe d'îles. »³ Cependant il existe des îles exceptionnelles par rapport à cette loi : une petite île proche de la terre ferme peut connaître une biodiversité plus importante qu'une île plus grande située en plein océan, parce que son flux d'immigration est plus important. De même, une île petite mais hétérogène sur le plan climatique peut contenir plus espèces qu'une île large mais au

¹ John Earman et John Roberts, « *Ceteris paribus*, there is no problem of provisos », *Synthese* 118, (1999), p. 439-478, p. 447; Stephen Schiffer, « *Ceteris Paribus* Laws », *Mind* 100 (1991), p. 1-17, p. 2.

² Earman et Roberts, « *Ceteris paribus*, ... », p. 460.

³ Marc Lange, « Who's Afraid of *Ceteris-Paribus* Laws? Or: How I Learned to Stop Worrying and Love Them », *Erkenntnis* 57 (2002), p. 407-423, p. 416/7.

climat homogène. L'existence de ces exceptions n'empêche pourtant pas (3) d'exprimer une réelle dépendance entre la surface d'une île et sa biodiversité.

4. En biologie, la loi de la ségrégation de Mendel dit que dans tous les organismes diploïdes qui se reproduisent sexuellement, pour chaque paire d'allèles (gènes occupant le même *locus* sur les deux chromosomes d'une paire de chromosomes), chacun des deux allèles se retrouve dans 50% des gamètes. Autrement dit, les deux allèles sont distribués à parts égales sur les gamètes. Cette régularité connaît cependant des exceptions dans la mesure où certains gènes font l'objet d'une « poussée méiotique » (*meiotic drive*), qui leur permet d'être surreprésentés, à plus de 50%, dans la masse des gamètes⁴.

5. Selon la loi chimique des proportions fixes, toute substance chimiquement composée contient des éléments en proportions invariantes. Mais il existe aussi des substances exceptionnelles à cet égard comme le rubis qui est composé d'aluminium (Al), de chrome (Cr) et d'oxygène (O) : les parts d'aluminium et de chrome sont variables, ce qui est représenté ainsi dans la formule du rubis : $(Al, Cr)_2O_3$. On peut se représenter le rubis comme un cristal régulier où les atomes d'aluminium sont associés dans une structure régulière aux atomes d'oxygène dans une proportion de 2 atomes d'Al pour 3 atomes d'O. Dans cette structure, certains atomes d'Al sont remplacés par des atomes de Cr dont les propriétés et affinités chimiques sont semblables. La proportion d'Al et de Cr varie d'un rubis à l'autre, ce qui viole la loi des proportions fixes.⁵

6. Le plus remarquable est peut-être le fait qu'on trouve des généralisations susceptibles d'exceptions même en physique. Hempel donne cet exemple : pour tout aimant *b* en forme de barre, « si *b* est coupé en deux barres plus courtes et celles-ci sont suspendues, à de longues fils fins, l'un près de l'autre à la même distance de la Terre, elles s'orienteront le long d'une ligne droite. »⁶ Il semble impossible d'interpréter cet énoncé de sorte qu'il soit à la fois strictement universel et vrai. Dans des situations exceptionnelles, où il y a par exemple un fort courant d'air ou un fort champ magnétique externe, les deux moitiés de l'aimant ne s'aligneront pas le long d'une ligne droite.

7. Pour aller à un niveau encore plus fondamental, il semble que même la généralisation concernant l'accélération due à l'attraction gravitationnelle ne soit pas exempte d'exceptions : si le centre de masse d'un corps massif avec masse m_1 est à une distance d du centre de masse d'un second corps avec masse m_2 , le premier corps subit une accélération de $G \frac{m_2}{d^2}$ en direction du second. Sous cette forme, la généralisation connaît de nombreuses exceptions : dans la plupart des situations, les objets massifs situés à proximité d'un autre objet massif n'accélèrent pourtant pas en sa direction, simplement parce qu'ils sont plus fortement attirés par d'autres objets ou parce que leur mouvement est sujet à d'autres forces. Un ballon rempli d'hélium s'éloigne de la Terre alors qu'il est attiré par elle, et des corps électrostatiquement chargés peuvent se repousser plutôt que de se rapprocher selon la loi de l'attraction gravitationnelle.⁷

⁴ Cf. Kim Sterelny et Paul E. Griffiths, *Sex and Death*, Chicago, University of Chicago Press, 1999, p. 58 ; Elliott Sober, *Philosophy of Biology*, Oxford, Oxford University Press, 1993, p. 107-109 ; Sandra D. Mitchell, « Ceteris Paribus – An Inadequate Representation for Biological Contingency », *Erkenntnis* 57 (2002), p. 329-350, p. 331.

⁵ Cf. Lange, « Who's Afraid of... », p. 408.

⁶ C.G. Hempel, « Provisos: A Problem Concerning the Inferential Function of Scientific Theories », in: A. Grünbaum et W. Salmon (éd.), *The Limitations of Deductivism*, Los Angeles, University of California Press, 1988, p. 19-36, p. 20.

⁷ Cf. Nancy Cartwright, *How the Laws of Physics Lie*, Oxford, Clarendon Press, 1983, p. 57/8; Hempel, « Provisos... », p. 23; Paul Pietroski and Georges Rey, « When Other Things Aren't Equal: Saving Ceteris

On peut exprimer le problème posé par les exceptions aux lois sous la forme d'un dilemme. La découverte des lois est l'un des buts de la science. La nature des lois est controversée mais on s'accorde pour penser qu'une loi doit au moins être strictement universelle. « Les *A* sont des *B* » ne peut exprimer une loi que s'il est strictement vrai que tous les *A* sont des *B*. Le fait de donner aux énoncés nomologiques une forme strictement universelle mène à la première corne du dilemme : sous cette forme, ils sont faux. Nancy Cartwright ne dit rien d'autre en affirmant que les lois, même celle de la physique, « mentent »⁸. Mais quel intérêt pourrait-il y avoir pour la science de découvrir des généralisations fausses dont la fausseté ne vient pas seulement de notre ignorance de principe (en d'autres termes du problème de l'induction) ?

On peut chercher à éviter le problème de leur fausseté en donnant aux énoncés nomologiques une forme qui n'est pas strictement universelle, ce qui mène à la seconde corne du dilemme : elle consiste à concevoir les lois comme « non strictes » ou comme étant accompagnées d'une clause « *ceteris paribus* ». Il semble qu'on puisse préserver la vérité des énoncés nomologiques qui posent problème en leur ajoutant une clause de réserve : les allèles sont distribuées à part égale sur les gamètes, à condition qu'aucun facteur perturbateur n'intervienne. L'idée selon laquelle les lois susceptibles d'exceptions ont une structure logique particulière a été déclinée en deux variantes. Selon la première, il n'y a qu'un type de loi mais deux genres d'énoncés pour les exprimer : les énoncés de loi ordinaires et les énoncés contenant une clause *ceteris paribus*. Selon la seconde, la différence dans la forme des énoncés reflète une différence objective entre deux types de lois : lois strictes et lois *ceteris paribus*.

1. Énoncés « *ceteris paribus* »

Examinons donc l'hypothèse selon laquelle la différence entre des lois admettant des exceptions et les lois strictes se situe sur le plan des énoncés qui les expriment. Les lois qui admettent des exceptions font l'objet d'énoncés contenant une clause « *ceteris paribus* » (cp). Il s'agit, selon cette hypothèse, d'une expression *indexicale* faisant référence à un type *paradigmatique* de situation dans lequel la régularité en question existe⁹. Lorsqu'on dit que la généralisation vaut aussi de manière générale « toutes choses étant égales par ailleurs », cela signifie que la généralisation est également vraie en dehors de la classe paradigmatique, dans toutes les situations réelles ou contrefactuelles dans lesquelles tous les facteurs indépendants de l'antécédent et capables d'influencer le conséquent ont les mêmes valeurs que dans la classe paradigmatique. Cette suggestion peut être exprimée en disant que les énoncés cp ont un aspect indexical inéliminable : « cp, les allèles sont distribués à parts égales sur les gamètes », signifie, par rapport à une population particulière donnée : 1) dans cette population - appelons-la l'échantillon paradigmatique - les allèles sont distribués sur les gamètes dans des proportions identiques, et 2) il en est de même dans toutes les populations qui partagent l'ensemble des propriétés pertinentes avec l'échantillon paradigmatique.

Cette suggestion pose le problème que « l'ensemble des facteurs pertinents » n'est pas en général bien déterminé. Non seulement il est impossible d'énumérer explicitement les facteurs qui doivent être *présents* à la fois dans l'échantillon paradigmatique et dans les

Paribus Laws from Vacuity », *British Journal for the Philosophy of Science* 46 (1995), p. 81-110, p. 86; Sheldon Smith, « Violated Laws, *Ceteris Paribus* Clauses and Capacities », *Synthese* 130 (2002), p. 235-264.

⁸ Cartwright, *How the Laws of Physics Lie*.

⁹ Cf. D.M. Hausman, *The Inexact and Separate Science of Economics*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992; Geert Keil, *Handeln und Verursachen*, Frankfurt a.M., Vittorio Klostermann, 2000; Clark Glymour, « A Semantics and Methodology for *Ceteris Paribus* Hypotheses », *Erkenntnis* 57 (2002), p. 395-405.

populations auxquelles la loi est censée s'appliquer. Il semble qu'il y ait toujours un nombre *infini* de facteurs interférants possibles qui sont *absents* de l'échantillon paradigmatique et qui doivent être également absents des autres populations auxquelles on veut appliquer la loi. Comme l'a dit Joseph, un énoncé cp n'est vrai de manière générale que « *ceteris absentibus* »¹⁰. Or cela n'est qu'une nouvelle forme de notre problème : il n'est pas possible d'exprimer la loi explicitement de manière à ce que son énoncé soit strictement universel et vrai : il est impossible d'énumérer les facteurs qui doivent être absents. La conséquence de cette impossibilité semble être que les énoncés cp n'ont pas de contenu bien déterminé, autrement dit qu'ils n'expriment pas de propositions bien définies¹¹. Dans la mesure où les conditions sous lesquelles une généralisation donnée est vraie ne peuvent pas être explicitement nommées, on peut craindre qu'elle soit triviale ou vide de sens : « cp, tous les *F* sont *G* » semble ne pas avoir plus de contenu que « tous les *F* sont *G* sauf s'ils ne sont pas » ou même « tous les *F* sont *G* ou ils ne le sont pas ».

Dans le même ordre d'idées, Marc Lange a suggéré qu'un énoncé nomologique cp contient une référence inéliminable à des *exceptions paradigmatiques* : le rubis est exemplaire d'un genre d'exception à la loi des proportions fixes. Cependant, on n'échappe pas de cette manière au problème, dans la mesure où il est impossible de fournir une énumération explicite et complète de tous les genres d'exceptions. Cela apparaît clairement dans la forme que Lange donne à la loi des proportions fixes : tout composé chimique consiste d'éléments dans des proportions fixes, « sauf si le composé est un solide de type réseau (*network solid*) ou un polymère ou quelque chose de ce genre »¹².

2. Lois *ceteris paribus*

David Armstrong soutient que les lois qui admettent des exceptions constituent une classe particulière de lois : il nomme « lois de fer (*iron*) » celles qui n'ont pas d'exceptions, et lois de chêne (*oaken*) celles qui ne sont vraies que *ceteris paribus*. La forme des lois de chêne est celle-ci :

« C'est une loi que les *F* sont des *G*, sauf lorsque les *F* sont des *H*, des *J*, des *K* ... et ainsi de suite pour un ensemble infini de propriétés différentes. »¹³ Dans la mesure où la lacune dans l'expression indiquée par « ... » ne peut pas être comblée, cette forme d'énoncé ne spécifie le contenu de la loi que de manière incomplète. Il est par conséquent permis de douter s'il est possible de soumettre une telle loi au test de l'expérience et de se demander dans quelle mesure elle peut contribuer à des explications scientifiques informatives.

Je propose d'interpréter la théorie développée par Pietroski et Rey (1995) comme une tentative de clarifier la distinction armstrongienne entre lois de fer et lois de chêne. Pietroski et Rey ne contestent pas le fait qu'il soit impossible de compléter l'antécédent d'un énoncé de loi cp, de sorte à faire disparaître la place marquée par la lacune « ... ». Mais ils proposent une condition sous laquelle une loi de cette sorte n'est ni triviale ni vide de contenu. Une loi peut avoir des exceptions sans être triviale si, dans chaque situation où l'antécédent de la loi est vrai alors que son conséquent est faux, il existe un facteur indépendant qui *explique* pourquoi le conséquent est faux.

Voici leur analyse de la structure logique d'une loi cp.

« cp $[(x) (Fx) \Rightarrow (\exists y) Gy]$ n'est pas vide de contenu (*nonvacuous*) si : [...]

¹⁰ Geoffrey Joseph, « The Many Sciences and the One World », *Journal of Philosophy* 77 (1980), p. 773-791.

¹¹ Cf. Schiffer « *Ceteris Paribus* Laws ».

¹² Lange, « Who's Afraid of... », p. 409, italiques de Lange.

¹³ David M. Armstrong, *What is a Law of Nature*, Cambridge, Cambridge University Press, 1983, p. 28.

$[(x) (Fx) \Rightarrow (\exists y) (Gy \text{ ou } (\exists H)(\exists w)(H \neq F) \& I([Hw], [\neg Gy])) \text{ et: ou } [Hw] \text{ explique } [\neg Gy] \text{ ou } [Hw] \& (Fx) \Rightarrow (\exists z) Gz \text{ explique } [\neg Gy]^{14}] \text{ ET } [\dots] \gg^{15}$.

« $I(x, y)$ » signifie « x joue un rôle explicatif indépendant de y »¹⁶

Pour exprimer cette analyse en paroles : « l'énoncé nomologique : '*Ceteris paribus*, pour tous les x , si x est F alors il y a un G ' n'est pas vide de contenu si : pour tout x qui est F , il y a un objet y , tel que : ou bien y est G ou bien y n'est pas G mais il y a un autre objet w avec la propriété H , telle que $H \neq F$, et le fait que w soit F joue un rôle explicatif indépendant du fait que y ne soit pas G , et soit le fait que w soit H explique à lui seul pourquoi y n'est pas G , soit il l'explique conjointement avec la loi selon laquelle, pour tout x , si x est F alors il y a un G , et [...] ».

Cette proposition ingénieuse rencontre deux problèmes. 1) Dans la mesure où la proposition de Pietroski et Rey est interprétée de manière sémantique, en tant qu'analyse de la structure logique particulière des lois cp, elle a tendance à rendre les lois « holistes ». Le conséquent de la structure logique des lois cp de Pietroski et Rey contient une quantification sur les facteurs potentiellement interférents : $(\exists H)(\exists w)\dots$. Ces interférences sont elles-mêmes dues à des lois qui mènent de la présence d'un facteur interférent (Hw) à l'absence d'instanciation de la propriété conséquente de la loi principale ($\neg Gy$). Ces autres lois se glissent dans le contenu de la loi principale dans la mesure où ce sont elles qui *rendent vraie* l'explication du fait que le conséquent de la loi principale soit faux. Or, ces lois seront en général au moins en partie elles-mêmes des lois cp, qui contiennent à leur tour une quantification sur d'autres facteurs et lois, et ainsi de suite. L'interprétation sémantique de la proposition de Pietroski et Rey mène ainsi au résultat « holiste » selon lequel chaque loi cp individuelle a tendance à incorporer un grand nombre d'autres lois. Cela semble contredire la notion même de loi qui contient l'idée d'une relation déterminée entre un petit nombre de facteurs qui existent et peuvent être décrits indépendamment d'autres lois. Cette conséquence indésirable me semble être due au fait que Pietroski et Rey tentent, de manière erronée, d'incorporer la stratégie (épistémique et heuristique) permettant de distinguer une situation réfutant la loi d'une simple situation exceptionnelle, dans une analyse sémantique du contenu même de la loi. Pietroski et Rey ne parviennent pas à attribuer aux lois un contenu propre qui exclut l'ensemble des connaissances scientifiques à laquelle il est nécessaire de faire appel pour pouvoir confronter la loi à l'expérience.

2) Le second problème qui se pose à la conception de Pietroski et Rey est sans doute encore plus sérieux. Comme Earman et Roberts l'ont montré¹⁷, elle rend la notion de loi cp triviale, dans la mesure où les conditions imposées par Pietroski et Rey mènent au résultat que n'importe quelles deux propriétés arbitraires sont reliées par une loi cp. La conception de Pietroski et Rey ont par exemple la conséquence absurde selon laquelle c'est une loi cp que tous les objets sphériques sont conducteurs d'électricité : il est en effet plausible que pour tout objet sphérique qui ne conduit pas l'électricité, il existe un facteur indépendant qui 1) explique pourquoi cet objet est un isolant et qui 2) explique des faits logiquement et causalement indépendants du fait qu'il soit un isolant. De tels facteurs indépendants peuvent notamment être trouvés dans la structure atomique et moléculaire de l'objet.

De manière plus générale, l'idée selon laquelle il existe une catégorie spécifique de lois cp semble échouer pour les raisons suivantes : il semble qu'il n'y ait aucune manière d'indiquer explicitement les conditions sous lesquelles le conséquent d'une telle loi sera

¹⁴ Dans le texte original, on trouve : « $\neg Gz$ ». Je suppose qu'il s'agit d'une faute de frappe.

¹⁵ Pietroski and Rey, « When Other Things Aren't Equal... », p. 92 ; italiques ajoutés.

¹⁶ Pietroski and Rey, « When Other Things Aren't Equal... », p. 90. J'ignore un certain nombre d'autres conditions que Pietroski et Rey imposent aux lois cp non vides.

¹⁷ Earman et Roberts, « *Ceteris paribus*, ... », p. 453/4.

exemplifié, ce qui rend le contenu de la loi vague et indéterminé. C'est ce que Lipton appelle « le *problème du contenu*, le problème de voir comment les énoncés de loi cp parviennent à affirmer quoi que ce soit »¹⁸. Ce problème engendre des problèmes subsidiaires : « le problème de la falsification »¹⁹ vient du fait qu'aucune situation qui contient une instance de l'antécédent sans contenir d'instance du conséquent suffise pour réfuter une loi cp : étant donné qu'il est indéterminé quels sont les facteurs qui doivent être présents ou absents en même temps que l'antécédent pour que la loi rende la présence du conséquent inévitable, il est toujours possible de rendre ces facteurs indéterminés responsables de l'absence du conséquent, ce qui revient à immuniser la loi contre toute réfutation. Le fait qu'il n'y ait pas non plus de critères clairs pour la *confirmation* d'une telle loi n'est que l'autre face de la médaille. Une situation où le conséquent est présent ne confirme la loi que si sa présence est dû à l'antécédent et non à des facteurs interférents. Pour la même raison, il est douteux si une telle loi puisse contribuer à justifier des conditionnels contrefactuels : on n'a de bonnes raisons de penser que le conséquent soit présent dans la situation contrefactuelle que dans la mesure où celle-ci est suffisamment similaire à la situation paradigmatique ; le problème vient alors du fait qu'il n'y ait pas de critères explicites pour juger cette similarité. Enfin, au moins certaines lois cp, et en particulier celles qui appartiennent à la physique, semblent confrontées au « problème de l'instanciation »²⁰ : l'énoncé (7) associant une accélération à la gravitation ne semble s'appliquer à aucune situation réelle. Dans ce cas au moins, les facteurs interférant avec le conséquent ne semblent jamais être absents, ce qui pose le problème de comprendre comment une telle « loi » peut jouer un rôle utile dans les explications et prédictions scientifiques.

3. Pas de lois en dehors de la physique fondamentale ?

Constatant l'échec des tentatives pour trouver une forme logique satisfaisante pour les lois cp, plusieurs auteurs ont envisagé la conclusion radicale selon laquelle nos exemples (1) à (7) ne sont pas de lois du tout. Une vraie loi est nécessairement stricte et ne requiert aucune qualification par une clause *ceteris paribus*. Or, de telles lois strictes ne peuvent être trouvées qu'en physique fondamentale. Sheldon Smith retrace l'erreur fondamentale qui mène au concept de loi cp à la négligence de la différence entre lois fondamentales et les équations de mouvement que ces lois nous permettent de construire : seules les équations de mouvement mais non les lois portent sur des systèmes spécifiques, et peuvent donc être utilisées pour expliquer et prédire leur comportement. Smith s'appuie sur l'analyse d'un raisonnement scientifique qu'il appelle « l'algorithme d'Euler (*Euler recipe*) »²¹. Pour déterminer l'équation de mouvement d'un système mécanique, on procède de la manière suivante :

- a. On spécifie une classe d'objets constituant le système étudié.
- b. On spécifie les qualités donnant lieu à des forces mutuelles entre ces objets, en vertu de « lois de forces particulières ». Par exemple, la masse donne lieu à l'attraction gravitationnelle, la charge électrique, à l'attraction ou à la répulsion électrique en vertu de la loi de Coulomb.
- c. Pour chaque objet *O* dans le système, on calcule le vecteur de la force agissant sur lui. Ce calcul résulte de la prise en considération des relations entre *O* et tous les autres objets du système avec lesquels *O* partage une qualité qui est source d'une telle force. Pour un objet chargé électriquement, on détermine par exemple la force qu'il exerce et à laquelle il est

¹⁸ Peter Lipton, « All Else Being Equal », *Philosophy* 74 (1999), p. 155-168, p. 157, italiques dans le texte.

¹⁹ S. Smith, « Violated Laws, ... », p. 235.

²⁰ Lipton, « All Else Being Equal », p. 157

²¹ Smith, « Violated Laws... », p. 245.

soumis de la part de tous les autres objets chargés dans le système en vertu de la loi de Coulomb.

d. Pour chaque objet dans le système, on calcule la somme vectorielle de toutes les forces agissant sur lui.

e. Pour chaque objet, on pose que la somme des forces agissant sur lui est égale à $m \frac{d^2 x}{dt^2}$.

Cette analyse montre en effet que les lois dites des forces spéciales, comme par exemple la loi de la gravitation qui dit que la force entre deux objets massifs est égale à

$G \frac{m_1 m_2}{d^2}$, ne donne pas directement lieu à des prédictions sur le comportement des objets

concrets auxquels elle s'applique. Si la prédiction de l'évolution du système est erronée, cela ne montre pas que la loi (ou les lois) utilisée en (b) et (c) soit fausse. La loi peut être vraie, même si son *application au système* reste suspendue à la condition, ou réserve (an anglais, « *proviso* »), que tous les facteurs non négligeables aient été inclus dans la description du système. Cette réserve n'est donc pas attachée à la loi elle-même mais seulement à l'algorithme entier. Si l'accélération d'un objet réel n'est pas celle due à la loi gravitationnelle, l'erreur est à chercher dans les deux premières étapes de l'algorithme : on a négligé d'inclure dans la description du système des objets (à l'étape 1) ou des qualités (à l'étape 2) qui sont sources d'interactions non négligeables.

Smith conclut que les lois fondamentales ne concernent pas l'évolution des systèmes concrets et que les équations décrivant cette évolution ne sont pas de lois. L'argument de Smith rappelle celui de Russell contre le principe de causalité : « Aussitôt, dit Russell, que les antécédents ont été donnés assez complètement pour permettre de calculer le conséquent avec quelque exactitude, les antécédents sont devenus si compliqués qu'il est très peu probable qu'ils reparaitront jamais. »²² Russell conclut qu'il y a « deux espèces de lois : en premier lieu, celles qui sont vérifiables empiriquement, mais qui ne sont probablement qu'approximatives ; en second lieu, celles qui ne sont pas vérifiables, mais qui peuvent être exactes »²³. Les premières correspondent, dans le schème proposé par Smith, aux équations de mouvement, les secondes aux lois.

Les lois et leur application

L'analyse proposée par Smith contient une idée importante que je retiendrai : rendre compte de l'existence d'exceptions ne passe pas par la recherche d'une forme logique particulière des « lois cp », mais par la distinction entre les lois et leur *application*. Cependant, l'interprétation des équations décrivant l'évolution des systèmes particuliers proposée par Smith n'est pas satisfaisante : contrairement à ce qu'il affirme, les équations de mouvement qui s'appliquent à des types de systèmes particuliers sont des lois selon tous les critères traditionnels : elles peuvent être réfutées et confirmées, et elles peuvent être utilisées dans l'explication, la prédiction et le raisonnement contrefactuel. En ce qui concerne les lois fondamentales, Smith s'abstient d'interpréter leur contenu, pour se contenter de la thèse négative selon laquelle elles ne portent pas sur les systèmes concrets. Or, cela laisse ouverte la possibilité qu'il s'agisse de simples instruments de calcul. Pourtant, au moins pour ce qui est

²² Russell, « On the Notion of Cause », in *The Collected Papers of Bertrand Russell, vol. 6: Logical and Philosophical Papers 1909-13*, John G. Slater (éd.), Londres et New York, Routledge, 1992, p. 193-210. p. 198 ; trad. fr. à paraître, *Philosophie*.

²³ Russell, *ibid.*, p. 203 ; trad. fr. à paraître.

des lois des forces spéciales, le critère causal de réalité²⁴ justifie une interprétation réaliste de ces lois : les forces qui résultent de ces lois sont réelles dans la mesure où elles causent – ou contribuent causalement à déterminer – l'évolution des systèmes concrets.

Il existe plusieurs manières d'interpréter la référence des expressions figurant dans les énoncés des lois spéciales de manière réaliste. Selon une proposition due à Silverberg et Hüttemann²⁵, les lois cp portent sur des systèmes dans des circonstances *idéales* qui sont rarement ou même jamais réalisées. « Les lois, dit Hüttemann, décrivent le comportement de systèmes dans des conditions très particulières qui ne sont guère réalisées : en isolation. »²⁶ Or, cette suggestion ne résout pas notre problème qui se pose maintenant sous cette forme : si les lois portent sur des systèmes isolés, comment est-il possible qu'elles déterminent l'évolution de systèmes qui *ne* sont *pas* isolés, de manière à nous permettre de prédire, expliquer et raisonner contrefactuellement sur eux ?

Propriétés dispositionnelles et dispositions

La manière la plus prometteuse d'interpréter la nature des lois fait appel à la notion de propriété dispositionnelle. Abandonnons la doctrine – partagée par les défenseurs des lois cp et leurs détracteurs – selon laquelle il existe une différence de principe entre lois fondamentales et lois cp. Cela est possible si l'on fait l'hypothèse que les lois portent, non sur les systèmes concrets, mais sur des *aspects* ou *propriétés* de ces systèmes.

La différence entre lois fondamentales et « lois de système »²⁷ est une différence de degré. Une loi est d'autant plus fondamentale qu'elle porte sur des propriétés simples : masse, charge électrique, forces partielles, pour exprimer des rapports de dépendance entre ces propriétés abstraites qui sont des *propriétés dispositionnelles* ou « pouvoirs ». Les propriétés dispositionnelles, comme la masse ou la charge électrique, ne sont pas directement observables mais elles donnent à leur porteur un certain nombre de *dispositions* : l'identité de la propriété dispositionnelle peut être indiquée, quoique non exhaustivement analysée, en mentionnant une partie de cet ensemble de dispositions D_i de manifester M_i dans la situation de test T_i .

Prenons un objet O_1 de masse m_1 qui se trouve à distance d d'un second objet O_2 de masse m_2 . Selon la loi de gravitation universelle, O_1 est soumis à une force F de grandeur $G \frac{m_1 m_2}{d^2}$. Être soumis à cette force F est une propriété dispositionnelle en ce sens : elle n'est pas directement observable ou manifeste mais sa possession rend vrai un certain nombre de conditionnels portant sur O_1 . Si O_1 est soumis à F mais à aucune autre force, alors O_1 subit

²⁴ Selon ce critère qui remonte à Platon (*Sophiste*, 247d-e), il est nécessaire et suffisant pour la réalité d'une entité qu'elle modifie les interactions causales. Dans les termes d'Armstrong, "tout ce qui existe a un impact (*makes a difference*) sur les pouvoirs causaux de quelque chose" (David M. Armstrong, *A World of States of Affairs*, Cambridge, Cambridge University Press, 1997, p. 41). J'analyse les conséquences de l'application de ce principe aux propriétés naturelles pour le statut modal des lois dans « The Causal Criterion of Reality and the Necessity of Laws of Nature », *Metaphysica* 3 (2002), p. 57-86.

²⁵ Arnold Silverberg, « Psychological Laws and Non-Monotonic Logic », *Erkenntnis* 44 (1996), p. 199-224; Andreas Hüttemann, « Laws and Dispositions », *Philosophy of Science* 65 (1998), p. 121-135.

²⁶ Hüttemann, « Laws and Dispositions », p. 129.

²⁷ J'emprunte l'expression « loi de système » à Gerhard Schurz, « *Ceteris paribus* Laws : Classification and Destruction », *Erkenntnis* 57 (2002), p. 351-372. Schurz appelle « lois de la nature » ce que j'appelle « lois fondamentales », suggérant par là que les lois de système ne sont pas des lois de la nature. Pourtant, les lois de système sont des lois de la nature, tout comme les équations de mouvement considéré par Smith, selon tous les critères traditionnels de nomicité : elles peuvent être utilisées dans les explications, prédictions et dans le raisonnement contrefactuel. Elles méritent également d'être considérées comme « naturelles », dans la mesure où elles ne sont pas créées mais découvertes.

une accélération de $G \frac{m_2}{d^2}$ en direction de O_2 . Si O_1 est soumis à F et à une seconde force F_2 de même grandeur mais de direction opposée, O_1 n'est soumis à aucune accélération. Si O_1 est, en dehors de F , soumis à une seconde force F_2 dans la direction opposée à celle de F mais de double grandeur, alors O_1 subit une accélération de $G \frac{m_2}{d^2}$ dans la direction qui l'éloigne de O_2 .

Qu'est-ce qu'une exception ?

Il serait paradoxal d'essayer de concevoir les exceptions à une loi $(x)(Fx \rightarrow Gx)$ comme des situations où un objet O est F et non- G . Une telle conjonction de faits ne constitue pas une exception mais une réfutation. Elle montrerait que l'énoncé $(x) (Fx \rightarrow Gx)$ est faux, et n'exprime pas de loi. Une telle situation ne peut donc pas être considéré comme une exception à cette « loi ».

Pour éviter ce paradoxe, il faut concevoir les exceptions dans le cadre de la distinction entre la loi elle-même qui porte sur des propriétés, et les objets (ou systèmes) concrets qui possèdent ces propriétés et auxquels la loi s'applique. Cette distinction est fondée sur la distinction entre 1) les objets et événements concrets qui possèdent de nombreuses propriétés, non nécessairement reliés entre elles par des lois, et 2) les propriétés naturelles elles-mêmes possédées par ces objets et événements concrets. Les lois portent directement sur les propriétés et plus précisément sur les relations de détermination qui existent entre propriétés naturelles. Ce n'est qu'indirectement qu'elles ont un impact sur les objets concrets qui possèdent ces propriétés et sur les régularités dans lesquelles ils sont impliqués²⁸. Selon la conception des lois en termes de dispositions, une loi, comme par exemple la loi de la gravitation, ne porte pas directement sur un objet massif concret O , mais sur l'une de ses propriétés, celle d'être massive. Cette loi exprime le fait (strictement universel) que la propriété d'avoir une masse m_1 , entraîne toujours sans exception, dans toutes les situations où un autre objet de masse m_2 se trouve à distance d , la propriété dispositionnelle d'être soumis à la force $G \frac{m_1 m_2}{d^2}$. Nous pouvons donc rester fidèles à la thèse traditionnelle selon laquelle cette loi est strictement universelle. Il n'existe aucune exception à l'association entre la présence de deux masses m_1 et m_2 à distance d et l'existence d'une force attractive F dont la taille précise est déterminée par la loi.

Il est important de prévenir ici une erreur que semble commettre Nancy Cartwright dans certains passages où elle exprime sa propre version d'une théorie des lois en termes de dispositions²⁹. Le fait d'appeler la propriété d'être soumis à la force F une « propriété dispositionnelle » pourrait, à tort, laisser penser que l'objet massif O n'a que la disposition d'être soumis à cette force, mais n'y est pas toujours soumis effectivement. Cartwright semble en effet suggérer qu'il y a des exceptions où un objet massif O n'est pas soumis à la force déterminée par la loi. Sur ce point, je suis en désaccord avec Cartwright. Je conteste son idée selon laquelle les lois, et en particulier les lois fondamentales de la physique, ne sont elles-

²⁸ Ici n'est pas le lieu pour justifier la thèse selon laquelle ces propriétés sont des entités particulières plutôt qu'universelles. Cf. Kistler, *Causalité et lois de la nature* et « Laws of Nature, Exceptions and Tropes », *Philosophia scientiae* 7 (2003), p. 189-219.

²⁹ Cette erreur est clairement analysée par Markus Schrenk, « Les capacités peuvent-elles nous sauver des lois *ceteris paribus* ? », in: B. Gnassounou et M. Kistler (éd.), *Le retour des vertus dormitives*, Paris, P.U.F., à paraître.

mêmes vraies que *ceteris paribus*, au sens où une instance de la propriété antécédente n'entraîne pas dans tous les cas une instance de la propriété conséquente – qui est typiquement une « capacité » :

« La loi de Coulomb, dit Cartwright, dit que la force entre deux objets de charge q_1 et q_2 est égale à $\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$. Cependant, ce n'est pas la force que le corps subit. [...] La force de Coulomb n'est jamais actuellement présente. [...] La loi de Coulomb ne nous dit pas quelle force les particules chargées subissent [...]. Lorsqu'on dit que c'est dans leur nature de subir une force de $\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, on dit au moins qu'ils subiraient cette force si seulement les bonnes conditions étaient présentes pour que le pouvoir puisse s'exprimer 'à lui seul' »³⁰.

La conception développée dans ce passage détruit la solution au problème des exceptions que l'introduction des propriétés dispositionnelles était destinée à fournir. Car si la loi de Coulomb a elle-même des exceptions, c'est-à-dire s'il y a des situations dans laquelle son antécédent mais non son conséquent est présent, nous nous retrouvons à notre point de départ : nous n'avons pas d'explication de l'origine de ces exceptions, et le fait de concevoir la propriété conséquente comme une propriété dispositionnelle ne nous est d'aucun secours pour en trouver. Au mieux, cette conception nous oblige à postuler une *seconde* propriété dispositionnelle qui donne à l'objet la disposition à subir la force, disposition qui ne se manifeste pas toujours. Mais alors le problème se pose à nouveau de comprendre ce qui distingue les situations exceptionnelles où elle ne se manifeste pas de celles, régulières, où elle se manifeste, menant à une régression infinie. Mieux vaut affronter le problème directement.

L'intérêt de l'introduction des propriétés dispositionnelles comme termes immédiats des lois nous permet de résoudre le problème des exceptions dans la mesure où il permet de situer l'origine des exceptions *en dehors de la loi elle-même*, entre la possession de la propriété désignée par le conséquent de la loi et le comportement (l'évolution) par lequel cette propriété se manifeste typiquement. L'hypothèse selon laquelle la propriété conséquente est dispositionnelle nous permet de maintenir la thèse traditionnelle selon laquelle la loi elle-même est stricte et n'a pas d'exceptions. Les exceptions au sens propre sont alors des situations de mise à l'épreuve, ou de « test », de la propriété dispositionnelle, où elle ne se manifeste pas de la manière qui est caractéristique pour elle.

Dans une situation qui est exceptionnelle pour la loi de gravitation en ce sens, un objet est soumis à la force gravitationnelle mais n'évolue pas de la manière directement associée à cette force. C'est l'application de la loi, l'inférence de la loi à la généralisation portant sur les systèmes concrets qui possèdent les propriétés sur lesquels porte la loi, qui n'est légitime que « sous réserve » : elle n'est légitime que dans la mesure où rien n'interfère, si aucune autre force n'agit, ou *ceteris paribus*.

Selon la conception traditionnelle, les lois sont des généralisations portant sur des objets concrets. Si c'était vrai, ces lois seraient fausses. Au lieu d'effectuer ce *modus ponens* dont la conclusion figure dans le titre du livre de Cartwright de 1983 – « les lois de la physique mentent » – il me semble plus judicieux d'argumenter par *modus tollens* : étant donné que les lois ne sont pas *toutes* fausses pour une raison qui n'a rien à voir avec leur contenu particulier, elles ne sont pas des généralisations portant sur des objets concrets, mais plutôt des généralisations portant sur les propriétés elles-mêmes.

Dans la plupart des circonstances normales – en dehors des séminaires de métaphysique – nous sommes intéressés par l'explication et la prédiction de l'évolution

³⁰ Nancy Cartwright, *The Dappled World, A Study of the Boundaries of Science*, Cambridge, Cambridge University Press, 1999, p. 82.

d'objets *concrets*. Ce que la réflexion sur les exceptions nous enseigne, c'est que l'inférence de la loi à l'application de la loi aux objets concrets n'est pas triviale³¹.

L'analyse de la situation est fondamentalement la même dans le cas des lois fondamentales et des lois qui ne valent que pour une catégorie restreinte d'objets, en d'autres termes des « lois de système ». Dans les deux cas, c'est la force de l'influence exercée par tous les facteurs présents dans la situation en dehors de ceux mentionnés dans l'antécédent de la loi, qui détermine si la loi s'applique, c'est-à-dire suffit pour produire une explication ou prédiction satisfaisante. La différence tient au nombre de ces facteurs non mentionnés dans l'antécédent de la loi : il est beaucoup plus grand dans le cas des lois fondamentales car leurs antécédents spécifient un petit nombre de facteurs simples, alors que l'antécédent d'une loi de système contient la spécification du type de système auquel la loi est censée s'appliquer. Or cette spécification contient implicitement un grand nombre de propriétés : la loi de ségrégation de Mendel est par exemple une loi de système dans la mesure où elle n'est censée s'appliquer qu'à des organismes sexuels diploïdes, un type de système bien particulier avec d'innombrables propriétés. Dans les termes de Cartwright, les organismes sexuels diploïdes sont des « machines nomologiques » : la loi ne s'applique qu'à elles. Dans le cas des lois fondamentales autant que dans celui des lois de système, le conséquent est une propriété dispositionnelle qui, dans les situations dites « exceptionnelles » ne se manifeste pas de manière typique. Seulement, dans le cas des lois de système, l'inférence de l'instance du conséquent à sa manifestation apparaît comme moins problématique que dans le cas des lois fondamentales, simplement parce que dans le cas des premières, l'antécédent contient la spécification du système et exclut ainsi de nombreux facteurs potentiellement interférents. Cependant, cela ne constitue qu'une différence de degré, dans la mesure où les facteurs non spécifiés dans l'antécédent peuvent empêcher la manifestation du conséquent dans tous les cas³².

L'objection de la circularité

Peter Lipton et Markus Schrenk³³ ont présenté une objection importante contre l'analyse des exceptions en termes de propriétés dispositionnelles. Ils font remarquer que l'attribution des dispositions est confrontée à des difficultés très semblables à celles posées par les exceptions aux lois.

Un objet fragile est un objet qui, s'il tombait (de haut et sur un sol dur) se briserait. Comme nous l'avons déjà vu, il faut distinguer entre la propriété dispositionnelle (être fragile) elle-même et les différentes dispositions à « se comporter » ou à évoluer qu'elle donne à son possesseur dans différentes situations de test. Une propriété dispositionnelle donne de nombreuses dispositions (normalement une infinité) à son possesseur. Il n'est pas nécessaire de les connaître toutes pour être fondé d'attribuer une disposition à un objet. Il est impossible d'énumérer explicitement toutes les dispositions – chacune donnée sous la forme conditionnelle <situation de test, manifestation> - que la possession d'une propriété dispositionnelle donne à son possesseur. Cette impossibilité constitue une raison d'accorder

³¹ Il ne s'agit pas d'une inférence *inductive*. Non seulement le conséquent ne se manifeste *pas toujours* de la manière typique, mais dans le cas général, il ne le fait même pas *souvent*.

³² Selon Leszek Nowak (« Laws of Science, Theories, Measurement », *Philosophy of Science* 39 (1972), p. 192-201, p. 536), les lois fondamentales subissent un processus de « concrétisation » : dans une série d'étapes, on supprime successivement les idéalizations qui figurent dans l'antécédent d'une loi fondamentale. A chaque étape, la loi devient par conséquent plus concrète, c'est-à-dire s'approche de la description de systèmes réels non idéaux dont l'évolution est déterminée par une multitude de facteurs ; le résultat final de cette transformation est une loi de système. Cette approche est développée par Igor Hanzel, *The Concept of Scientific Law in the Philosophy of Science and Epistemology*, Dordrecht, Kluwer, 1999.

³³ Lipton, « All Else Being Equal » ; Markus Schrenk, « Les capacités peuvent-elles nous sauver ... ».

une réalité propre à la propriété dispositionnelle, au-delà de tout ensemble fini de ses manifestations particulières. C'est le même raisonnement qui permet d'argumenter pour l'existence des propriétés théoriques en général³⁴ : elles permettent d'expliquer divers phénomènes d'une manière qui simplifie et unifie leur compréhension, alors qu'elles ne peuvent pas être identifiées à la conjonction d'un nombre fini de phénomènes auxquels elles donnent lieu. De manière analogue, l'attribution des propriétés dispositionnelles nous permet de donner une explication unique à l'infinité potentielle des manifestations dans différentes situations.

Le nombre infini des dispositions que procure la possession d'une propriété dispositionnelle n'est pas la seule raison pour laquelle il n'est pas possible d'analyser complètement la propriété dispositionnelle *D* en termes de conditionnels de la forme : si on a un objet ayant *D* est soumis au test T_i , alors il donne lieu à la manifestation M_i . Carnap³⁵ a montré qu'une telle analyse de *D* en termes de conditionnels « test-manifestation » est inadéquate si l'on donne aux conditionnels utilisés la forme d'*implications matérielles*. Des recherches récentes³⁶ semblent montrer que les dispositions ne peuvent pas non plus être analysées exhaustivement et explicitement en termes de *conditionnels contrefactuels*. La raison est que toute disposition possède ses « antidotes » : un antidote à une disposition donnée *D* est une propriété dont la présence dans une situation de test *T* pour *D*, empêche sa manifestation typique *M*. La fragilité de l'objet *O* ne suffit pas à garantir la vérité du conditionnel : si *O* tombait de haut sur le sol dur, *O* se casserait. Le choc pourrait par exemple être atténué par un puissant courant d'air contre la direction de la chute. Il semble que la mise à l'épreuve d'une disposition ne conduit à sa manifestation que *ceteris paribus*, en d'autres termes si aucun antidote n'est présent.

Voici l'objection de Lipton et Schrenk : au lieu de résoudre le problème des exceptions, l'analyse des lois en termes de propriétés dispositionnelles ne fait que le repousser, ou au pire, le rebaptiser. Le problème que la propriété désignée par le conséquent des énoncés nomologiques (1) à (7) n'est pas toujours présente lorsque leur antécédent est présent, réapparaît dans le cadre de l'analyse dispositionnelle des lois dans le fait que la propriété dispositionnelle conséquente de la loi ne se manifeste pas toujours.

Lipton appelle « la vengeance de Hume » la thèse selon laquelle « le détour par la disposition n'a fait absolument aucune différence en ce qui concerne le problème du contenu »³⁷. Le problème que les exceptions posent à l'application des lois est que le fait qu'un objet *O* ait la propriété *F* et la loi (x) ($Fx \rightarrow Gx$) ne nous autorisent à inférer que *O* est *G* que *ceteris paribus*, ou sous réserve que rien n'interfère. Si nous supposons que *G* est une propriété dispositionnelle, nous pouvons déduire que *O* est *G*, indépendamment des

³⁴ Dans mon article « L'efficacité causale des propriétés dispositionnelles macroscopiques », je mentionne trois aspects qui distinguent les propriétés dispositionnelles des propriétés théoriques : 1) pour être une propriété (conçue comme) dispositionnelle, elle ne doit être qu'une parmi d'autres propriétés de l'objet et de la situation dans laquelle il se trouve. Une partie de ces autres propriétés sont inconnues. Aucune restriction de ce genre ne conditionne l'attribution d'une propriété théorique en général. 2) Chaque disposition que la possession d'une propriété dispositionnelle procure à son possesseur s'exprime par un conditionnel contrefactuel qui contient nécessairement une clause *ceteris paribus*. En revanche, l'attribution d'une propriété théorique peut entraîner des conditionnels contrefactuels stricts. 3) On conçoit une propriété comme dispositionnelle dans la mesure où on la conçoit comme instaurant la dépendance (*ceteris paribus*) d'une manifestation par rapport à une situation de test qui sont toutes les deux spécifiées en *termes observables*. En général, l'identité des propriétés théoriques est déterminée par des lois qui ne font pas nécessairement intervenir des propriétés observables.

³⁵ Rudolf Carnap, « Testability and Meaning », *Philosophy of Science* 3 (1936), p. 420-471.

³⁶ C.B. Martin, « Dispositions and Conditionals », *Philosophical Quarterly* 44 (1994), p. 1-8; Stephen Mumford, *Dispositions*, Oxford, Oxford University Press, 1998; Alexander Bird, « Dispositions and Antidotes », *Philosophical Quarterly* 48 (1998), p. 227-234. Cf. l'article de François Schmitz dans ce volume.

³⁷ Lipton, « All Else Being Equal », p. 167.

circonstances. Mais nous rencontrons alors le problème que, dans une situation T qui permet de tester la présence de la propriété dispositionnelle G , nous ne pouvons inférer que *ceteris paribus* que D se manifeste de la manière caractéristique M . Pour Schrenk, cela montre que l'analyse dispositionnelle échoue à résoudre le problème des exceptions : « la disposition est, dit-il, une stratégie de dissimulation qui consiste à cacher la clause *ceteris paribus* sous la *burka* de l'expression de capacité »³⁸. Il en conclut que « le dispositionnalisme ne peut pas prétendre avoir résolu ou évité les problèmes créés par les clauses *ceteris paribus* dans les lois »³⁹.

Réponse : métaphysique et méthode scientifique

Nous ne devrions pas être surpris par la découverte que notre thèse selon laquelle les lois portent directement sur les propriétés et expriment le fait qu'une propriété entraîne une autre propriété dispositionnelle, ne fait pas *disparaître* le problème que nous nous sommes posés au départ. Le problème des exceptions aux lois et le problème de l'attribution des propriétés dispositionnelles sont tous les deux d'abord des problèmes scientifiques. L'analyse philosophique ne peut pas les faire disparaître. Son but ne peut être que de comprendre l'origine de ces problèmes, ainsi que la manière scientifique de les affronter, sans prétendre les résoudre une fois pour toutes. L'objection de Lipton et Schrenk me semble reposer sur un malentendu, concernant le but de l'analyse philosophique, dans la mesure où il reprochent à notre analyse de ne pas déboucher sur un algorithme pour résoudre les problèmes scientifiques.

L'algorithme d'Euler constitue un schème pour trouver des solutions scientifiques au problème de l'application des lois, dans le cas de la mécanique classique. Le problème de prédire et d'expliquer l'évolution des systèmes concrets en appliquant des lois vient du fait que l'on ne sait pas *a priori* quelles propriétés et quelles lois sont pertinentes.

Le problème d'expliquer et de prédire le comportement d'un système à partir de l'attribution de propriétés dispositionnelles pose un problème similaire : l'attribution d'une certaine élasticité et résistance à une aile d'avion, d'une certaine viscosité à une huile de moteur dans une certaine gamme de températures, d'une certaine dureté à un composite utilisé comme obturation dentaire, ne conduit à la prédiction ou à l'explication correcte du comportement de l'objet dans une situation concrète (de test) que dans la mesure où l'on tient compte de l'ensemble des propriétés dispositionnelles présentes ainsi qu'éventuellement de leurs antidotes.

L'objection selon laquelle l'analyse dispositionnelle ne permet pas de « résoudre » le problème des exceptions me semble trahir la même conception douteuse de la tâche de la philosophie que celle qu'expriment Earman et Roberts lors qu'ils opposent le bénéfique « *Hempel's insight* » à la futile « métaphysique des capacités irréductibles »⁴⁰. Selon ces auteurs, « la clause *cp* ne pose pas de problème particulièrement philosophique (*there is no distinctively philosophical problem about ceteris paribus*), mais un problème scientifique ; nous n'avons pas besoin de distinctions logiques plus fines mais de meilleure science »⁴¹. On peut avec autant – en fait, me semble-t-il, aussi peu – de raison proclamer que le problème de l'induction et le problème soulevé par Duhem et Quine concernant le test expérimental des hypothèses théoriques ne sont pas « particulièrement philosophiques » mais seulement scientifiques. Certes, la science affronte des instances de ces problèmes, mais elle ignore la

³⁸ Schrenk, « Les capacités peuvent-elles nous sauver.. », p. XX (manuscrit p. 14).

³⁹ Schrenk, « Les capacités peuvent-elles nous sauver.. », p. XX (manuscrit p. 19).

⁴⁰ Earman et Roberts, « *Ceteris paribus*, ... », p. 448.

⁴¹ Earman et Roberts, « *Ceteris paribus*, ... », p. 460.

tâche philosophique d'analyser la nature générale de ces problèmes. Notre manière d'expliquer leur origine et la réussite, limitée et toujours fragile, de la science de les surmonter dans des cas particuliers, consiste à esquisser une conception métaphysique générale des objets qui font l'objet de prédictions et d'explications scientifiques.

En particulier, la thèse métaphysique selon laquelle les lois déterminent des propriétés dispositionnelles ne s'oppose pas à l'analyse de Hempel : elle cherche au contraire à trouver une manière d'interpréter la réalité grâce à laquelle on comprend mieux la difficulté identifiée par Hempel d'appliquer une loi, et d'inférer une propriété observable à partir de la propriété théorique qui est le conséquent d'une loi.

Pour reprendre l'exemple proposé par Hempel lui-même, la théorie du magnétisme prédit que les deux moitiés d'un aimant coupé en deux morceaux seront elles-mêmes des aimants. Le problème que pose Hempel est que l'inférence de la satisfaction d'un prédicat théorique à la satisfaction d'un prédicat observable n'est justifiée que sous réserve. Notre conception des lois en tant que relations entre propriétés dispositionnelles est une hypothèse sémantique qui porte sur l'interprétation des inférences envisagés par Hempel. Autrement dit, elle fait une hypothèse sur les vérificateurs des conditionnels hempelien. L'énoncé théorique « $S^1_C \rightarrow S^2_C$ » dit : *si b est un aimant, alors si b est coupé en deux morceaux b_1 et b_2 , alors les deux sont des aimants et leur pôles s'attirent ou se repoussent*. L'énoncé « $S^2_C \rightarrow S^2_A$ » associe S^2_C , la satisfaction par b du prédicat théorique qui constitue le conséquent de l'énoncé théorique, au prédicat observationnel S^2_A . Le prédicat S^2_A est : « si b est coupé en deux morceaux plus courts qui sont suspendus à de longs fils fins à proximité et à même distance du sol, ils s'orienteront de manière à s'aligner le long d'une ligne droite »⁴².

Hempel n'envisage pas d'interpréter l'énoncé théorique S^2_C indépendamment de l'inférence à l'énoncé observationnel S^2_A . Il renonce ainsi à donner une explication de la nécessité d'énoncer cette réserve. Selon notre interprétation, les prédicats contenus dans S^1_C et S^2_C font référence à des propriétés dispositionnelles : S^1_C fait référence à la propriété d'être un aimant ; S^2_C fait référence à la propriété d'être un objet tel que s'il est coupé en deux, ces morceaux résultants sont des aimants qui s'attirent ou se repoussent. L'inférence de S^2_C à S^2_A est l'inférence de l'instance de la propriété dispositionnelle à sa manifestation typique : dans la situation de test où l'on suspend les morceaux à de longs fils fins la propriété dispositionnelle S^2_C se manifeste par le fait que les morceaux s'orientent le long d'une ligne droite. (S^2_A a la forme d'un conditionnel test – manifestation)

Cette interprétation « métaphysique » nous permet de comprendre deux choses : premièrement, les réserves par rapport à la légitimité de cette dernière inférence viennent du fait que la manifestation observée est le résultat de l'ensemble des propriétés dispositionnelles de l'ensemble des objets composant le système. On ne doit s'attendre à la manifestation pure indiquée dans S^2_A (l'alignement) que dans la mesure où l'influence des autres facteurs reste négligeable.

Deuxièmement et contrairement à ce que dit Hempel, les réserves qui conditionnent l'inférence de S^2_C à S^2_A ont la même source que le problème de Duhem et Quine. Hempel soutient que :

« cette considération diffère de l'argument de Duhem-Quine, selon lequel les hypothèses individuelles ne peuvent pas être réfutées par des données empiriques parce que la déduction d'énoncés réfutants V_A ⁴³ à partir de l'hypothèse requiert comme prémisses

⁴² Hempel, « Provisos... », p. 20.

⁴³ Hempel appelle « V_A » des énoncés en langage observationnel, ce qui s'oppose au langage théorique dans lequel s'expriment les hypothèses et la théorie considérée. Cependant, pour éviter de donner à la distinction entre langage « observationnel » et « théorique » un caractère

supplémentaires, un système étendu d'hypothèses auxiliaires, de sorte que normalement seul un vaste ensemble d'hypothèses impliquent ou contredisent les énoncés V_A . L'argument des réserves mène à la conclusion plus forte selon laquelle même un système étendu (*comprehensive set*) d'hypothèses ou de principes théoriques n'implique aucun énoncé V_A car la déduction requise est sujette à des réserves. »⁴⁴

La réserve concerne la question de savoir si la satisfaction du prédicat théorique S^2_C conduit dans la situation concrète à la manifestation décrite par S^2_A . Dans les termes de notre hypothèse, c'est la question de savoir s'il s'agit de la manifestation *typique* de la propriété dispositionnelle désignée par S^2_C , dans la situation décrite. Or cette question est équivalente à la question de savoir si l'ensemble des dispositions que les autres objets présents donnent à l'objet testé, en vertu de leur propres propriétés dispositionnelles, sont de grandeur négligeable. Mais la réponse à cette question dépend de l'ensemble des lois qui régissent l'ensemble des propriétés instanciées dans le système. En ce sens, la inférence de S^2_C à S^2_A dépend de tout un ensemble d'hypothèses qui ne portent pas directement sur S^2_C et S^2_A ; on voit qu'il s'agit après tout d'un aspect du problème identifié par Duhem et Quine.

Les « compléteurs » et les exceptions absolues

Nous pouvons aussi utiliser notre analyse pour éclairer le débat sur l'existence de ce que Fodor appelle des « exceptions absolues » et distingue des exceptions simples (*mere exceptions*). Les propriétés réalisatrices $A(R_i)$ de l'antécédent A de la loi $cp(A \rightarrow B)$ ne sont normalement pas en elles-mêmes suffisantes pour B . Mais il y a normalement des circonstances C consistant en ensembles de propriétés appartenant au niveau de la réalisatrice $A(R_i)$ de A , qui sont avec $A(R_i)$ suffisantes pour B , alors que ni $A(R_i)$ ni C seul n'est suffisant pour B . Un tel ensemble de propriétés C est appelé un « compléteur » (*completer*).⁴⁵ Selon Fodor, la loi $cp(A \rightarrow B)$ a des exceptions *simples* s'il existe un compléteur pour chaque réalisatrice de A mais si certaines instances de certaines réalisatrices $A(R_i)$ de A ne sont pas accompagnées d'un tel compléteur. Les lois *ceteris paribus* sont des lois pour lesquelles des exceptions simples sont nomologiquement possibles. Mais selon Fodor, il y a aussi des *exceptions absolues*, où la réalisatrice de A ne possède aucun compléteur. L'existence de telles exceptions est acceptée (avec hésitation) par Fodor, mais aussi par d'autres⁴⁶. Une exception absolue à $cp(A \rightarrow B)$ est une situation où un $A(R_i)$, bien qu'il réalise A , rend néanmoins B nomologiquement impossible. Une exception absolue apparaît parce que « certaines réalisatrices de A figurent parmi les conditions auxquelles la clause cp fait référence et qui rendent la loi inapplicable »⁴⁷.

Il est bien difficile de trouver des exemples de telles exceptions absolues. Mott propose le cas d'une personne en grève de la faim : il n'existe aucune circonstance qui la ferait manger. Mais on ne voit pas comment cela serait compatible avec une loi selon laquelle

absolu, Hempel oppose le langage théorique à un langage « compris auparavant » V_A , c'est-à-dire compris indépendamment du langage théorique en question.

⁴⁴ Hempel, « Provisos... », p. 26.

⁴⁵ Jerry A. Fodor, « You Can Fool Some of the People All of the Time, Everything Else Being Equal; Hedged Laws and Psychological Explanation », *Mind* 100 (1991), p. 19-34, p. 23 ; le concept mais non le terme est dans Schiffer, « *Ceteris Paribus* Laws ».

⁴⁶ Peter Mott, « Fodor and *Ceteris Paribus* Laws », *Mind* 101 (1992), p. 335-345, p. 337 ; Silverberg, « Psychological Laws... », p. 203 ; Earman et Roberts, « *Ceteris Paribus*... », p. 458/9.

⁴⁷ Schiffer, « *Ceteris Paribus* Laws », p. 7.

les grévistes de la faim (A) mangent (B). Au contraire, le fait qu'il n'existe pas de compléteur suffisant avec $A(R_i)$ pour B montre qu'il n'y a pas de loi $A \rightarrow B$, ni stricte ni cp.

Le remède de Fodor est donc sans pertinence : Fodor propose que cp($A \rightarrow B$) peut être une loi si A figure dans suffisamment d'autres lois qui n'ont pas d'exceptions absolues. Earman et Roberts montrent que cela rendrait la notion de loi cp triviale. La suggestion de Fodor transformerait « l'énoncé ridicule que cp, si quelqu'un a faim, il mangera du sel »⁴⁸ en loi avec des exceptions absolues.

Mais ce n'est pas, comme le suggèrent Mott et Earman et Roberts, seulement la solution de Fodor qui n'est pas satisfaisante. L'erreur est déjà dans le concept même d'une exception absolue. Notre analyse implique qu'il ne peut pas y avoir de telles exceptions absolues. Dans une situation d'exception absolue, la réalisatrice de A rend impossible soit le conséquent soit la manifestation du conséquent. Dans le premier cas, cela réfute la loi, car nous défendons la thèse traditionnelle selon laquelle une loi est strictement universelle. Le second cas aussi réfuterait la loi car la propriété dispositionnelle fait nécessairement une différence au comportement observable, même si elle peut être « cachée » ou « noyée » dans l'influence d'autres facteurs. Selon le critère causal de réalité, une propriété (dispositionnelle ou non) qui n'a aucun effet causal, n'est pas présente, ce qui réfuterait la loi.

Mott, Earman et Roberts ne vont donc pas assez loin lorsqu'ils critiquent la solution de Fodor aux « exceptions absolues ». Ce sont en réalité des réfutations, non des exceptions.

Conclusion

Earman, Roberts et Smith ainsi que Woodward⁴⁹ ont raison de dire qu'« il n'y a pas de lois cp ». Mais ils ont tort d'en conclure que l'explication scientifique n'utilise pas de lois (Woodward), ou qu'il n'y a de lois qu'en physique fondamentale (Earman, Roberts et Smith). L'erreur réside plutôt dans l'idée que l'existence d'exceptions à une loi montre que la loi n'est pas strictement universelle.

Les difficultés posées par la notion de lois cp peuvent être évitées si nous conservons la thèse traditionnelle selon laquelle les lois sont strictement universelles. Les exceptions sont des situations où le conséquent de la loi est une propriété dispositionnelle qui ne se manifeste pas de manière typique. Il n'est pas tautologique (ou vide) d'affirmer que le conséquent est instancié, car il contribue toujours au comportement manifeste du système qui la possède. Cela rend sa présence susceptible d'être empiriquement contrôlée.

Références

- Armstrong, David M. (1983), *What is a Law of Nature*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Bird, Alexander (1998), Dispositions and Antidotes, *Phil. Quarterly* 48, p. 227-234.
- Cartwright, Nancy (1983), *How the Laws of Physics Lie*, Clarendon, Oxford.
- Cartwright, Nancy (1989), *Nature's Capacities and their Measurement*, Oxford University Press, Oxford
- Cartwright, Nancy (1999), *The Dappled World, A Study of the Boundaries of Science*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Dray, W. (1957), *Laws and Explanation in History*, Oxford, Oxford University Press.

⁴⁸ Earman et Roberts, « *Ceteris Paribus...* », p. 458.

⁴⁹ James Woodward, « There is No Such Thing as a *Ceteris-Paribus* Law », *Erkenntnis* 57 (2002), p. 303-328.

- Earman, John and Roberts, John (1999), *Ceteris paribus*, there is no problem of provisos, *Synthese* 118, p. 439-478.
- Earman, John and Roberts, John, and Smith, Sheldon (2002), *Ceteris Paribus* Lost, *Erkenntnis* 57, p. 281-301.
- Fodor Jerry A. (1974), Special Sciences, in: *Representations*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1981.
- Fodor, Jerry A. (1991), You Can Fool Some of the People All of the Time, Everything Else Being Equal; Hedged Laws and Psychological Explanation, *Mind* 100, p. 19-34.
- Glymour, Clark, A Semantics and Methodology for *Ceteris Paribus* Hypotheses, *Erkenntnis* 57, p. 395-405.
- Hausman, D.M. (1992), *The Inexact and Separate Science of Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Hempel C.G. (1988), Provisos: A Problem Concerning the Inferential Function of Scientific Theories, in: Grünbaum A. et Salmon W. (eds.), *The Limitations of Deductivism*, Los Angeles, University of California Press, p. 19-36.
- Hüttemann, Andreas (1998), Laws and Dispositions, *Philosophy of Science* 65, p. 121-135.
- Joseph, Geoffrey (1980), The Many Sciences and the One World, *Journal of Philosophy* 77, p. 773-791.
- Keil, Geert (2000), *Handeln und Verursachen*, Frankfurt a.M., Vittorio Klostermann.
- Kistler, Max (2003), The Causal Criterion of Reality and the Necessity of Laws of Nature, *Metaphysica* 3, p. 57-86.
- Kistler, Max (2003), Laws of Nature, Exceptions and Tropes, *Philosophia scientiae* 7 (2), 2003, p. 189-219.
- Kistler, Max (à paraître), « L'efficacité causale des propriétés dispositionnelles macroscopiques », dans Bruno Gnassounou et Max Kistler (éd.), *Le retour des vertus dormitives*, à paraître, Paris, Presses Universitaires de France.
- Lange, Marc (2002), Who's Afraid of *Ceteris-Paribus* Laws? Or: How I Learned to Stop Worrying and Love Them, *Erkenntnis* 57, p. 407-423.
- Lipton, Peter (1999), All Else Being Equal, *Philosophy* 74, p. 155-168.
- Martin, C.B. (1994), Dispositions and Conditionals, *Phil. Quarterly* 44, p. 1-8.
- Mitchell, Sandra D. (2002), *Ceteris Paribus* – An Inadequate Representation for Biological Contingency, *Erkenntnis* 57, p. 329-350.
- Mumford, Stephen (1998), *Dispositions*, Oxford University Press.
- Mott, Peter (1992), Fodor and *Ceteris Paribus* Laws, *Mind* 101, p.335-345.
- Pietroski, Paul, and Rey, Georges (1995), When Other Things Aren't Equal: Saving *Ceteris Paribus* Laws from Vacuity, *British Journal for the Philosophy of Science* 46, p. 81-110.
- Russell, Bertrand (1912), On the Notion of Cause, in *Mysticism and Logic* (1917), Unwin, London, 1986, p. 173-199.
- Schiffer, Stephen (1991), *Ceteris Paribus* Laws, *Mind* 100 (1991), p. 1-17.
- Schrenk, Markus (forthcoming), Can Capacities Rescue Us From *Ceteris Paribus* Laws, dans Bruno Gnassounou et Max Kistler (éd.), *Le retour des vertus dormitives*, à paraître, Paris, Presses Universitaires de France.
- Silverberg, Arnold (1996), Psychological Laws and Non-Monotonic Logic, *Erkenntnis* 44, p. 199-224.
- Smith, Sheldon (2002), Violated Laws, *Ceteris Paribus* Clauses and Capacities, *Synthese* 130, p. 235-264.

- Van Fraassen, Bas (1989), *Laws and Symmetry*, Oxford, Clarendon.
- Woodward, James (2000), Explanation and Invariance in the Special Sciences, *British Journal for the Philosophy of Science* 51, p. 197-254.
- Woodward, James (2001), Law and Explanation in Biology: Invariance is the Kind of Stability that Matters, *Philosophy of Science* 68, p. 1-20.
- Woodward, James (2002), There is No Such Thing as a *Ceteris-Paribus* Law, *Erkenntnis* 57, p. 303-328.