

L'explication en biologie

Marie I. Kaiser

Introduction

La science vise principalement à expliquer les phénomènes naturels. La biologie ne fait pas ici exception : elle cherche à expliquer par exemple comment les fibres musculaires se contractent, pourquoi les puces d'eau (daphnies) développent un casque dans certaines conditions environnementales, comment un potentiel d'action est généré dans un neurone et pourquoi deux espèces peuvent coexister dans une certaine zone géographique. Les explications biologiques viennent répondre à des questions spécifiques : elles permettent de comprendre le *pourquoi* ou le *comment* d'un phénomène, par opposition au simple constat du phénomène.

Mais qu'est-ce qu'*expliquer* un phénomène, par opposition à décrire, prédire ou schématiser ? Il existe deux grandes conceptions de la nature de l'explication scientifique. Pour les uns, l'explication est une « loi de couverture » : les phénomènes sont expliqués quand ils sont dérivés de certaines lois et conditions initiales (section 1.1). Pour les autres, l'explication doit fournir la cause ou le mécanisme causal, qui provoque le phénomène (section 1.2). Cette seconde conception de l'explication correspond bien à la pratique des sciences biologiques, où expliquer est souvent décrire le mécanisme sous-jacent. Mais les généralisations et les lois jouent également un rôle en biologie, quoique en un sens non strict et plus faible.

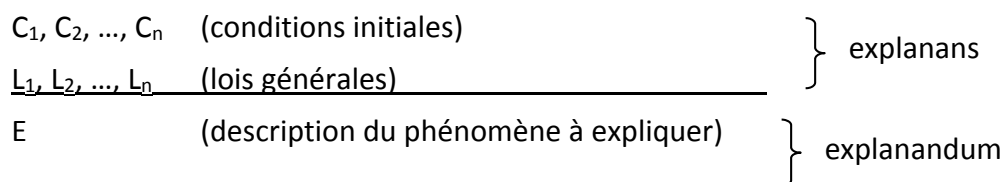
D'autres conceptions de l'explication attirent notre attention sur les facteurs pragmatiques, comme les intérêts explicatifs, et la connaissance d'arrière-plan des biologistes (section 2.1) : celles-ci interrogent ce qui est accepté comme une explication *suffisante*. Cette perspective pragmatiste attire notre attention sur l'objectivité de la connaissance biologique (sections 2.2 et 2.3). Elles ont conduit les philosophes de la biologie à remettre en question l'existence d'une nature unique de l'explication biologique. Des approches pluralistes soulignent qu'aux différentes questions des biologistes, différents types d'explication viennent répondre : explications mécanistes ou étiologiques, mathématiques et topologiques, fonctionnelles, évolutives (section 3.1). Au lieu d'imaginer une compétition entre ces explications, supposées incompatibles entre elles, le pluralisme recommande de les intégrer (section 3.2).

1 Théories philosophiques de l'explication

1.1 Le modèle des lois de couverture

Hempel et Oppenheim distinguent deux composantes majeures dans une explication : l'*explanandum*, l'énoncé décrivant le phénomène à expliquer ; l'*explanans*, qui est « la classe d'énoncés convoqués pour expliquer le phénomène »¹. Cette distinction reste largement acceptée en dépit des critiques adressées à la conception de Hempel.

Le modèle de Hempel est dit « nomologico-déductif » (ND)². Dans ce cadre, une explication est un argument déductif correct, dans lequel l'*explanandum* est déduit logiquement d'un ensemble de prémisses (l'*explanans*), contenant au moins une loi générale et certains énoncés décrivant les conditions initiales. De plus, les énoncés constituant l'*explanans* doivent avoir un contenu empirique et être vrais. La structure générale de l'explication peut être illustrée comme suit :



Le modèle ND s'applique aussi bien à l'explication de phénomènes particuliers que de généralisations (c'est-à-dire de lois). Un phénomène est expliqué si, étant donné les conditions initiales et les lois, on peut s'attendre au phénomène. Par exemple, la distribution des chromosomes homologues dans les différents gamètes pendant la méiose peut être anticipée au vu de certaines conditions initiales (quels substats ont initié la méiose) et de certaines lois (la première loi de Mendel, la loi de ségrégation). Ainsi, l'explication ND revient à une « anticipabilité nomique » selon la formule de Salmon³. Comme la loi générale citée dans l'*explanans* « couvre » typiquement le phénomène à expliquer (c'est un cas où la loi s'applique), on parle d'explication par « loi de couverture ».

Si l'*explanans* inclut des lois statistiques plutôt que déterministes, on a affaire à une explication statistique. Hempel propose aussi un modèle « statistique-inductif » (SI) de l'explication : lorsque l'*explanans* montre que l'*explanandum* était attendu avec une haute probabilité⁴. Cette exigence est jugée trop forte : par exemple, pour expliquer qu'une personne a attrapé la malaria, on peut faire référence au fait qu'elle a été piquée par un moustique infecté (conditions initiales) et que « 3% des personnes mordues par un moustique infecté attrapent la maladie » (loi statistique). On trouve des explications statistiques dans différents champs biologiques : la génétique des populations et les sciences biomédicales.

¹ Hempel/Oppenheim 1948, 137.

² Hempel/Oppenheim 1948; Hempel 1965.

³ Salmon 1989, 57.

⁴ On trouvera davantage de détails sur l'explication statistique chez Hempel et d'autres approches comme la « pertinence statistique » de Salmon, dans Woodward 2011 et Salmon 1984a, 1989.

Une approche « unificationniste » de l'explication a été proposée⁵. Selon Kitcher, une explication consiste à dériver déductivement des descriptions de nombreux phénomènes différents en utilisant un nombre aussi réduit et précis que possible de « schémas argumentatifs ». Ainsi comprises, les explications sont un cas particulier du modèle ND : des raisonnements qui instancient un schéma argumentatif présent dans le « stock explicatif », — ce « stock » consistant en l'ensemble des schémas argumentatifs qui rassemblent les croyances acceptées par les scientifiques à une époque donnée. On peut donc considérer cette conception « unificationniste » comme une version élaborée du modèle ND de Hempel, et donc comme un cas particulier d'explication par lois de couverture (LC). C'est pourquoi Kitcher l'a qualifiée de conception « non-officielle », à l'arrière-plan du modèle officiel de Hempel.

On a beaucoup discuté des mérites et défauts du modèle LC. Plusieurs exemples jettent un doute sur la capacité du modèle ND à fournir les conditions suffisantes de l'explication, en particulier : il ignore l'asymétrie de nombreuses explications (on peut expliquer la longueur de l'ombre par celle du mât qui la projette, mais il serait absurde d'expliquer la longueur du mât par celle de l'ombre) ; il ne permet pas d'écarter les descriptions qui incluent une information non pertinente pour l'explication (ainsi, on ne peut pas expliquer que tel homme ne tombe pas enceint en précisant qu'il a pris une pilule contraceptive). On a également objecté que les modèles LC ne posent même pas de conditions nécessaires. Pourquoi, par exemple, exiger que toute explication convoque des lois ? Un tel réquisit est trop fort, surtout dans le cas de la biologie. Il existe des exemples clairs d'explications biologiques qui ne contiennent aucune loi : ainsi, l'extinction du thylacine s'explique par des faits historiques, sans convoquer de structure ND : la mauvaise réputation de ces animaux conduisit les humains à les tuer massivement pour protéger les troupeaux⁶. En outre, on peut indiquer qu'en biologie, il existe peu de lois strictes, voire aucune loi de ce type⁷. Si bien que les défenseurs du modèle ND doivent, pour l'appliquer à la biologie, soit abandonner la référence nécessaire à des lois, soit introduire une notion plus faible de lois, comme des « lois pragmatiques »⁸.

1.2 Le modèle causal-mécanique (CM)

Le modèle causal-mécanique (CM) de l'explication a été introduit et élaboré par Wesley Salmon⁹. Des versions différentes en ont été proposées récemment. Ainsi, les nouveaux mécanistes considèrent qu'expliquer un phénomène signifie décrire le mécanisme causal qui le produit ou le constitue¹⁰. D'autres soulignent que les explications indiquent les causes des

⁵ Friedman 1974 ; Kitcher 1981, notamment 508-515) et Kitcher 1989, 1999.

⁶ On peut répondre à cette objection en adoptant la « stratégie de la structure cachée » (Woodward 2003, 159; 2011, Section 2.6) ; les explications qui n'invoquent pas de lois sont seulement « partielles » ou « elliptiques » et l'explication complète sous-jacente fait référence explicite à des lois.

⁷ Beatty 1995; Schaffner 1993; Rosenberg 2001.

⁸ Mitchell 2003, 2009.

⁹ 1984a, 1994, 1997.

¹⁰ Machamer, et al. 2000; Glennan 2002; Bechtel/Abrahamsen 2005; Craver 2007.

phénomènes et tentent de préciser le concept d'explication causale, par exemple en faisant référence à une conception « interventionniste » de la cause¹¹. Malgré les différences entre ces conceptions de l'explication, elles partagent toutes l'idée qu'expliquer un phénomène c'est le situer dans la structure causale du monde. Dans le modèle CM, ce n'est pas la structure logique de l'explication qui compte, ni la question de savoir si l'explanans donne à l'explanandum « une anticipabilité nomique ». La seule chose qui importe est de savoir si les causes conduisant au phénomène en question sont adéquatement représentées comme pertinentes pour la force explicative de la représentation. Ce modèle a été particulièrement développé dans les sciences de la vie.

Pour les nouveaux mécanistes, expliquer dans les sciences de la vie, c'est décrire le mécanisme qui produit ou constitue le phénomène¹². Pour expliquer comment une cellule se divise en deux par exemple, il faut donner le mécanisme sous-jacent de division cellulaire. Le modèle CM de Salmon est avant tout préoccupé d'explications étiologiques : fournir les causes antécédantes qui conduisent à un phénomène. L'approche mécaniste s'intéresse aux explications causales *constitutives* : décrivant les processus causaux et les interactions qui *constituent* le phénomène à expliquer, « expliquant le comportement du mécanisme dans son ensemble en termes d'activités organisées et d'interactions de ses composants »¹³.

Mentionnons trois autres caractéristiques des explications mécanistes. On reproche souvent aux modèles CM de ne pas spécifier la pertinence explicative, de ne pas préciser ce qui guide la sélection des causes pertinentes pour expliquer un phénomène donné. L'approche mécaniste échappe à ce reproche dans la mesure où la « pertinence constitutive » de Craver spécifie comment on identifie quelles entités et activités (et seulement elles) sont pertinentes pour tel phénomène que tel mécanisme compose¹⁴. Le phénomène de la synthèse des protéines par exemple est expliqué par référence à la liaison des ribosomes au micro-ARN, mais pas aux centrioles organisant le fuseau mitotique : en effet, ceux-ci ne jouent aucun rôle dans la production des protéines. L'idée centrale de la pertinence constitutive de Craver est que le comportement du mécanisme (c'est-à-dire le phénomène) et les composants du mécanisme doivent être mutuellement manipulables. Les ribosomes sont des composants du mécanisme de la synthèse protéique parce que si on les empêche de se lier aux molécules de micro-ARN, la cellule se trouve incapable de produire des protéines.

¹¹ Woodward 2003, Strevens 2008.

¹² La plupart défendent des approches mécanistes. Craver, par exemple, soutient que les explications étiologiques et fonctionnelles sont des sous-catégories de l'explication mécaniste (2007, 107). Pour Glennan (2010), les explications historiques décrivent aussi des mécanismes « éphémères ». Malgré ces tendances « expansionnistes », les mécanistes admettent en général que les explications mécanistes ne sont pas les seules valables en science et font place aux explications mathématiques, topologiques, « agrégées » et « morphologiques » (Craver 2007, 162).

¹³ Craver 2007, 128.

¹⁴ 2007, 139.

Un second point important à noter est que les entités et activités qui constituent un mécanisme doivent être organisées dans le temps et dans l'espace d'une manière spécifique¹⁵. C'est pourquoi un mécanisme n'est pas un simple agrégat : il n'est pas la simple somme de ses parties. Il n'est pas non plus simplement un arrangement spatial ou une séquence temporelle. L'organisation spatiale signifie que les entités du mécanisme sont localisées dans certaines zones du système : qu'elles sont mutuellement spécifiques quant à leurs tailles, leurs formes, leurs orientations spatiales. L'organisation temporelle renvoie au fait que le processus causal qui constitue le comportement du mécanisme peut être subdivisé en différents stades dans un ordre particulier, avec des rythmes et des durées spécifiques. Chacun de ces stades implique des activités spécifiques impliquant certaines entités. Décrire comment les composants d'un mécanisme sont organisés dans le temps et l'espace est une part essentielle de l'explication mécaniste.

Enfin, les mécanismes sont censés « produire les changements réguliers entre les conditions initiales et les conditions terminales »¹⁶. En d'autres mots, les mécanismes qui intéressent les biologistes se produisent de manière « régulière », même s'il peut cependant y avoir des mécanismes d'activation/inactivation qui ne se produisent qu'une fois¹⁷. C'est pourquoi on ne peut pas considérer que les modèles LC et CM opposent un type d'explication qui recourt à des lois ou généralisations à un autre type qui s'en passerait. Comme de nombreux mécanismes biologiques se produisent régulièrement, les explications mécanistes expliquent souvent des types de phénomènes et font souvent référence dans l'explanans à des généralisations (qui peuvent être des lois ou pas). La seule différence entre ces deux types d'explication est la suivante. Dans le modèle CM, les généralisations (ou les lois) peuvent figurer dans l'explanans, sans que ce soit une nécessité ; et si c'est le cas, le modèle CM exige que ces généralisations soient causales (ou portent sur le mécanisme causal). Dans le modèle LC en revanche, les lois (ainsi que la relation déductive entre l'explanans et l'explanandum) sont nécessaires pour l'explication mais n'ont pas besoin d'être causales.

2 L'explication en contexte pragmatique

2.1 La théorie pragmatiste de Van Fraassen

Une explication pragmatiste de l'explication scientifique a été proposée par Bas van Fraassen¹⁸. Cette approche souligne que l'explication du phénomène P est une réponse à une question Q, dont la forme générale est « Pourquoi P (a-t-il lieu) ? »¹⁹. Selon van Fraassen, les questions de type « pourquoi » créent essentiellement un contraste. Ainsi, un même énoncé de question peut exprimer différentes propositions en fonction du contraste créé entre P et

¹⁵ Craver 2007, 134-139.

¹⁶ Machamer et. al. 2000, 3.

¹⁷ Craver/Kaiser 2013.

¹⁸ Cf. Van Fraassen 1977, 1980. Peter Achinstein (1983) représente également la version « érotétique » des conceptions de l'explication (pour reprendre la terminologie de Salmon).

¹⁹ 1980, 126.

autre chose. Par exemple : « Pourquoi la fibre musculaire s'est-elle *contractée* (plutôt que *détendue*) ? » ou « Pourquoi *la fibre musculaire* s'est-elle contractée (plutôt que le *nerf spinal*)? ». Ces deux questions reçoivent des réponses différentes parce qu'en demandant pourquoi, on requiert chaque fois des informations topiques sur P, qui le différencient au sein d'une *classe de contraste* $X = \{P_1, \dots, P_k, \dots\}$. Van Fraassen ajoute que chaque « pourquoi » est caractérisé par un certain « égard », relativement auquel une réponse à la question est requise²⁰. Ce rapport de pertinence R détermine ce qui sera considéré comme un facteur explicatif possible, c'est-à-dire comme une partie de la réponse A à la question Q. Si R est établi entre la réponse A et le couple $\langle P_k, X \rangle$, on dit que A est pertinent pour Q. Pour résumer, van Fraassen identifie dans chaque pourquoi Q un triplet ordonné $\langle P_k, X, R \rangle$ ²¹.

Van Fraassen considère que la classe de contraste C et la relation de pertinence R dépendent du *contexte* dans lequel la question est posée²² : autrement dit, la question exprime une proposition qui ne peut être déterminée que relativement à un contexte donné (lequel inclut un ensemble de connaissances d'arrière-plan C). Et puisque les explications répondent aux questions, l'adéquation d'une explication dépend également du contexte. D'où la conclusion de van Fraassen : l'explication est « une relation à trois termes, entre la théorie, le fait et le contexte » et « aucune question n'a de pouvoir explicatif comme telle », c'est-à-dire indépendamment du contexte dans lequel la question survient²³.

Van Fraassen présente sa théorie comme une conception alternative de l'explication, qu'il appelle « théorie des questions pourquoi »²⁴. Mais Kitcher et Salmon ont affirmé de manière convaincante que la pragmatique de l'explication déployée par van Fraassen « doit être considérée comme un *supplément* plutôt que comme une rivale des approches traditionnelles de l'explication »²⁵. En effet, van Fraassen n'impose aucune restriction à la relation de pertinence R (du moins, pas dans sa présentation formelle). S'il exige que la sorte de pertinence explicative R soit déterminée par le contexte dans lequel la question est posée, van Fraassen ne pose aucun autre critère pour distinguer les relations de pertinence admises de celles qui sont rejetées. Par conséquent, il n'offre pas de solution à l'opposition classique entre tenants des modèles LC et CM (concernant ce qui fait qu'une explication est pertinente ou non). Il ne propose pas non plus d'éléments permettant de spécifier la pertinence explicative.

2.2 L'explication devient-elle une pure affaire subjective?

²⁰ 1980, 142.

²¹ Cf. van Fraassen 1980, 134-157 et le résumé dans Kitcher/Salmon 1987, 317-319..

²² 1980, 130.

²³ 1980, 156

²⁴ 1980, 134.

²⁵ 1987, 328. Je souligne.

La conception de Van Fraassen peut être trompeuse dans la mesure où elle transforme la question « telle description particulière est-elle explicative ? » en une affaire subjective, portant sur les intérêts explicatifs, les buts, la connaissance d'arrière-plan des biologistes²⁶. Un tel subjectivisme radical est en conflit avec l'intuition commune selon laquelle la distinction entre ce qui est une explication et ce qui n'en est pas une est, en un certain sens, une affaire « objective ». Prenons par exemple une description du processus de division cellulaire en deux cellules filles : constitue-t-elle une explication adéquate du phénomène de division cellulaire (parce qu'elle représente tous les facteurs explicatifs pertinents et seulement ceux-ci) ? La réponse à cette question ne doit pas dépendre des connaissances et des préférences des individus (le biologiste qui étudie ce phénomène, ou l'étudiant qui apprend comment les cellules se divisent) ; sans quoi on a le sentiment que l'objectivité de la connaissance scientifique serait menacée.

Mais la théorie de van Fraassen implique-t-elle vraiment que l'explication devienne une affaire purement subjective ? On peut en douter. D'abord, un reproche aussi massif doit être différencié en fonction des éléments concernés dans l'approche de van Fraassen : (a) lorsqu'il affirme que le contexte affecte le contenu de la classe de contraste X ou (b) lorsqu'il affirme que le contexte détermine la relation de pertinence R .

Concernant (a), l'élément topique P_k et la classe de contraste X spécifient la question posée et par là, affectent ce qui compte comme réponse adéquate à la question (c'est-à-dire ce qui compte comme explicatif). On pourrait dire que P_k et X spécifient le phénomène à expliquer. Van Fraassen affirme ce qui appartient à la classe de contraste X est déterminé par le contexte dans lequel la question est posée. En d'autres mots, le choix ou l'exacte caractérisation du phénomène explanandum dépend de facteurs pragmatiques. La biologiste dans son laboratoire peut se demander pourquoi cette cellule spécifique (plutôt qu'une autre qui n'a pas été génétiquement modifiée) se divise en deux, ou la manière dont s'opère le premier stade de la division cellulaire. L'étudiante peut, quant à elle, avoir besoin d'une compréhension globale de la manière dont les cellules en général se divisent en deux cellules filles.

Il est important de remarquer que cette proposition ne transforme pas la question de l'explication (telle description est-elle ou non une explication ?) en une affaire pragmatique ou même subjective. Même si le choix du phénomène explanandum peut être affecté par les intérêts de recherche et les connaissances d'arrière-plan des biologistes, cela n'implique pas que la pertinence explicative de certains facteurs (c'est-à-dire ce que contient l'explanans) est également déterminée par des facteurs pragmatiques. Dès que le phénomène à expliquer est fixé (en spécifiant P_k et X), la distinction entre les représentations qui expliquent ce phénomène et celles qui ne sont pas explicatives est indépendante des facteurs pragmatiques. Par conséquent, les défenseurs des modèles LC ou CM de l'explication (exposés dans la section 1) peuvent admettre la thèse de Van Fraassen selon laquelle une explication porte toujours

²⁶ Rosenberg 2006, 13, 35, 44, 179.

sur un phénomène particulier et que cette spécification du phénomène affecte ce qui sera considéré ou non comme une explication adéquate.

Considérons à présent (b) : la thèse selon laquelle la relation de pertinence R (qui stipule à quelles conditions la réponse A peut être dite pertinente pour la question Q) est également déterminée par le contexte. Pour Kitcher et Salmon, van Fraassen doit imposer des conditions aux relations de pertinence, sans quoi sa théorie aboutit à peu près à l'idée que « n'importe quoi explique n'importe quoi »²⁷. Pour éviter l'écueil du relativisme ou subjectivisme, van Fraassen doit montrer que la pertinence explicative « n'est pas totalement déterminée par des facteurs subjectifs... mais qu'elle est sujette à certaines normes ou critères »²⁸. On comprend que pour déterminer si certains facteurs expliquent ou non tel phénomène, on ne peut s'en remettre à des préférences ou à des connaissances d'arrière-plan qui varieraient d'un individu à l'autre. Cela ferait de l'adéquation de l'explication une question purement subjective et arbitraire.

À l'inverse, refuser ce subjectivisme ne conduit pas à supposer que la pertinence explicative est complètement indépendante du contexte dans lequel une explication se déploie. Autrement dit, on doit éviter le tout ou rien selon lequel on serait tenu d'adopter soit un pragmatisme et donc un subjectivisme, soit un refus du pragmatisme et partant l'objectivité. On peut améliorer la théorie de van Fraassen par une position intermédiaire, qui évite l'accusation de subjectivisme, tout en considérant que l'influence des facteurs pragmatiques est pertinente pour l'explication. Cette approche intermédiaire pluraliste reconnaît la stupéfiante diversité des types d'explication déployés dans les sciences biologiques (cf. section 3).

2.3 Choisir dans l'ensemble des authentiques relations de pertinence

Pour éviter le subjectivisme et adapter l'approche pragmatique de van Fraassen aux sciences biologiques, on doit la préciser : il n'y a pas une seule relation de pertinence R qui s'applique à toutes les explications en biologie. Au lieu de cela, différents types d'explication s'appuient sur *différentes* relations de pertinence. Pour repousser l'écueil subjectiviste et l'idée selon laquelle « n'importe quoi fait l'affaire », il nous suffit de supposer que toutes les relations de pertinence ne sont pas acceptables, mais qu'il existe un ensemble de relations de pertinence *authentiques* (R_1, \dots, R_n), qui sont acceptées dans les sciences biologiques : en d'autres termes, il nous faut distinguer celles qui sont authentiques de celles qui ne sont pas acceptables et qui sont tirées indépendamment des facteurs pragmatiques : c'est le cas des intérêts ou des connaissances d'arrière-plan des individus qui posent les questions. Cette distinction entre relations de pertinence authentiques ou non ne dépend pas des facteurs pragmatiques, mais plutôt du choix d'une relation de pertinence particulière parmi les membres de la classe qui

²⁷ 1987, 322.

²⁸ 1987, 324.

réunit celles qui sont authentiques²⁹. Par exemple, les intérêts explicatifs admis en physiologie affectent le choix de l'explication du phénomène de photosynthèse : on admettra la description du mécanisme cellulaire (des photons sont absorbés par les photo-systèmes, le courant d'électrons transportés crée un gradient de protons, qui est utilisé pour synthétiser l'ATP, etc.) ; on refusera en revanche de recourir à l'équation générale des réactions dépendant de la lumière ($2 \text{ H}_2\text{O} + 2 \text{ NADP}^+ + 3 \text{ ADP} + 3 \text{ P}_i + \text{ lumière} \rightarrow 2 \text{ NADPH} + 2 \text{ H}^+ + 3 \text{ ATP} + \text{ O}_2$).

Le choix de savoir quelle relation de pertinence est adéquate à un certain phénomène explanandum n'est pas affecté par des facteurs pragmatiques *subjectifs*, c'est-à-dire par les connaissances d'arrière-plan et les préférences de tels sujets individuels. Il dépend plutôt des intérêts de recherche et des théories qui sont communément acceptés au sein d'un programme de recherche, par une communauté scientifique, ou un certain domaine de la biologie. C'est pourquoi le choix des relations de pertinence n'est pas arbitraire et ne varie pas d'un biologiste à l'autre alors même qu'il est affecté par le contexte d'enquête.

De plus, les relations de pertinence *R* constituent des normes intersubjectives et souvent transdisciplinaires, permettant de décider quelles informations sont considérées pertinentes pour l'explication d'un phénomène donné, et lesquelles doivent au contraire être exclues. Autrement dit, le choix de *R* est déterminé par les facteurs pragmatiques, mais pas son contenu. Ainsi, les facteurs pragmatiques peuvent déterminer si un phénomène est adéquatement expliqué en montrant par exemple qu'il s'agit d'un cas de généralisation (causale), en décrivant le mécanisme causal qui sous-tend cette généralisation, ou en représentant seulement certaines parties de ce mécanisme considérées comme les facteurs déterminants. Mais il est faux de considérer que ces différentes relations de pertinence explicative doivent être spécifiées de différentes manières, en fonction du contexte dans lequel on les applique³⁰.

En conclusion, cette version élaborée de la version pragmatique de van Fraassen admet que l'explication a nécessairement des dimensions pragmatiques, mais elle ne fait pas pour autant de l'adéquation d'une explication une affaire « subjective », dépendant des seuls intérêts du biologiste. Le contexte de recherche détermine quel phénomène spécifique *P* doit être expliqué, (c'est-à-dire ce que sont l'élément topique P_k et la classe de contraste *X*) et les facteurs pragmatiques affectent le choix de la relation de pertinence *R*, selon laquelle certaines informations sont incluses dans l'explanans et d'autres sont exclues. Mais les facteurs pragmatiques n'influencent pas quelles relations de pertinence sont authentiques, ni

²⁹ Le choix de *R* est parfois entremêlé à la spécification du phénomène explanandum. C'est pourquoi le choix de *R* est souvent indiqué par la forme de la question sur le phénomène à expliquer. Par exemple, plusieurs philosophes ont souligné que demander « comment » implique des explications mécanistes. Alors que des explications de ce qui est opéré par quelque chose entraîne une explication incluant des facteurs contextuels (Cf. Duprè 1993, 106).

³⁰ Si c'était le cas, on dirait que ces spécifications différentes constituent des relations de pertinence distinctes.

la manière dont on doit les spécifier. Cette position intermédiaire garantit donc que la distinction entre une explication et ce qui n'en est pas une, est parfaitement objective³¹.

3 Pluralisme explicatif

3.1 Types d'explication en biologie

La pratique biologique impliquant une stupéfiante diversité d'explications, cela légitime l'approche pluraliste. La biologie évolutive mobilise par exemple des explications statistiques, où le résultat de l'évolution est plus ou moins probable dans les conditions actuelles (différences d'aptitude phénotypique) relativement à d'autres conditions³². En écologie, les phénomènes sont souvent expliqués comme des cas de généralisations quantitatives, c'est-à-dire en développant les modèles mathématiques qui représentent les dynamiques d'un système biologique (comment la densité d'une population change au fil du temps)³³. Dans d'autres domaines (biologie moléculaire, cellulaire, ou du développement), les explications causales sont répandues³⁴.

Les explications causales peuvent être en outre distribuées en deux sous-catégories : mécanistiques (ou constitutives) et étiologiques (ou « faisant la différence »)³⁵. Cette distinction entre explications mécanistiques et explications étiologiques est comparable (sans pour autant s'y superposer) à la distinction entre explications en termes de causes ultimes et de causes prochaines³⁶. Les explications *fonctionnelles*, qui occupent une place centrale dans de nombreux domaines en biologie, seront, selon concept de « fonction » qu'on adopte, classées comme une sous-catégorie d'explication causale, ou comme une catégorie distincte³⁷. On pourrait ajouter : les explications *topologiques* dans lesquelles le phénomène de dominance est expliqué par référence aux propriétés topologiques d'un réseau de réactions³⁸ ; les explications *historiques* (comme certaines explications en évolution), qui peuvent être aussi décrites comme une sorte d'explications étiologiques.

Les philosophes de la biologie doivent intégrer ces différents types d'explication, non seulement en exposant les points communs à ces différents domaines, mais aussi en faisant comprendre pourquoi la pratique explicative varie en fonction des différents domaines biologiques. Les explications biologiques ont déjà été rangées en différentes catégories, une liste complète reste toutefois à établir³⁹. De plus, les philosophes doivent encore spécifier la

³¹ Sober 1999, 550.

³² Sober 2008.

³³ Sarkar 2009.

³⁴ Cf. *Supra*, section 2.2.

³⁵ Woodward 2003; Waters 2007.

³⁶ Mayr 1993.

³⁷ McLaughlin 2001; Sarkar 2005.

³⁸ Huneman 2010; Sarkar 1998, 169-173.

³⁹ Brigandt 2013.

notion de pertinence explicative, pour chacun de ces types⁴⁰. De même, il faut encore déterminer quelles relations de pertinence sont authentiques (*supra* section 2.3).

3.2 Versions du pluralisme explicatif

La diversité de la pratique explicative en biologie requiert une approche pluraliste⁴¹. Mais ce pluralisme explicatif recouvre différentes positions philosophiques. Nous en distinguerons trois⁴².

Selon la forme la plus faible de pluralisme explicatif, deux explications distinctes de deux phénomènes biologiques distincts (pas du même phénomène) peuvent être de différents types et s'appuyer sur différentes relations de pertinence R ⁴³. Par exemple, le phénomène de la réplication de l'ADN dans une cellule peut être expliqué par une description du mécanisme de réplication de l'ADN, alors qu'en écologie, la stabilité d'une communauté est expliquée par la topologie du réseau des rapports entre les espèces qui forment cette communauté⁴⁴.

Selon une forme plus forte de pluralisme explicatif, un seul et même phénomène peut être adéquatement expliqué de manière différente, en fonction de différentes relations de pertinence : selon qu'on poursuit différents buts explicatifs, ou qu'on accepte différentes valeurs ou normes à propos de l'explication. Par exemple, le phénomène de la contraction musculaire peut être expliqué soit par le modèle des filaments qui glissent, décrivant différentes interactions moléculaires produisant le raccourcissement de la fibre musculaire ; soit en déduisant la contraction du muscle de lois *ceteris paribus*, qui généralisent les interactions moléculaires qui ont lieu lorsqu'un signal neuronal parvient dans la fibre musculaire. D'autres exemples ont donné lieu à controverse dans le débat sur le réductionnisme : les phénomènes qui peuvent être expliqués à un niveau macro et micro (ou inférieur). Par exemple, la ségrégation des chromosomes pendant la méiose peut s'expliquer au niveau cellulaire (décrire comment les chromosomes homologues s'apparient puis se séparent pour finir dans des gamètes différents) ; ou à un niveau inférieur d'explication qui peut être jugé aussi pertinent, voire dont on peut penser qu'il constitue la seule explication adéquate du phénomène⁴⁵.

Enfin, une troisième version du pluralisme est plus forte encore. Elle soutient que différents types d'explications du même phénomène sont souvent mutuellement incompatibles et ne peuvent être unifiés dans une représentation complète du monde⁴⁶. Cette version conteste

⁴⁰ Par exemple Craver 2007, 139, sur la « pertinence constitutive ».

⁴¹ Kellert et al. 2006.

⁴² La version raffinée de Van Fraassen (Section 3.3) ne correspond qu'aux deux premières versions du pluralisme explicatif.

⁴³ La forme faible du pluralisme explicatif peut être compatible avec l'affirmation selon laquelle, en dépit de la diversité des explications, il y a une notion de ce qu'est la pertinence d'une explication, qui vaut pour toutes les explications scientifiques.

⁴⁴ Huneman 2010.

⁴⁵ Kitcher 1989, Rosenberg 2006.

⁴⁶ Mitchell 2003, 2009; Kellert, et al. 2006.

l'idée défendue par Peter Railton d'un « texte explicatif idéal »⁴⁷. Selon Railton, l'explication d'un phénomène P produit une information qui explique *pourquoi* P. Or, les explications, en science comme dans la vie ordinaire, possèdent un caractère partiel, elles n'éclairent qu'un aspect du monde préalablement singularisé. C'est pourquoi Railton suppose qu'il existe, outre ces explications partielles de P, un texte idéal qui les combine et contient donc toute l'information explicative pertinente pour P. Notre capacité à réaliser cette intégration et à parvenir au texte idéal explicatif est cependant mise en doute par Kellert et ses collègues selon qui « certaines parties du monde [...] exigent une pluralité de descriptions ou d'approches nécessaires pour répondre aux questions que nous nous posons à leur sujet »⁴⁸. L'idéal proposé par Railton n'est peut-être que le vœu pieux d'un philosophe et non la conclusion d'une analyse précise de la pratique explicative en biologie.

Mitchell est sur cette ligne. Elle soutient qu'il existe différents « niveaux d'analyse » en biologie⁴⁹ : par exemple, les origines évolutives, la fonction reproductive actuelle, l'ontogénie, les mécanismes proximaux. Les réponses (les explications) qui sont données aux différents niveaux ne sont pas en compétition directe entre eux, mais au lieu d'être isolées les unes des autres, ces réponses partielles doivent être intégrées. En effet, la réponse faite à un niveau influence ce qui constitue une réponse plausible ou probable à un autre. Connaître les contraintes développementales de l'organisme peut influencer l'explication de l'évolution d'une population de tels organismes. Mais contrairement à la vision lisse du texte explicatif idéal proposée par Railton, Mitchell souligne que l'intégration des différents types d'explication ne peut jamais aboutir à une explication unique pour un phénomène donné. C'est pourquoi elle qualifie sa position de « pluralisme intégratif ».

Conclusion

Les explications biologiques sont des réponses à des questions spécifiques, par exemple, comment et pourquoi un certain phénomène se produit. La conception pragmatique de l'explication (section 2) révèle qu'elle dépend souvent du contexte (c'est-à-dire des intérêts explicatifs et des connaissances d'arrière-plan dans un domaine biologique donné), de quelle question est posée et du phénomène exact qu'il s'agit d'expliquer. Mais la diversité des explications biologiques va encore plus loin. Pour un seul et même phénomène biologique, différents types d'explications adéquates (à différents niveaux d'analyse) peuvent être fournis (section 3). Ce qui les distingue, c'est qu'ils dépendent (selon l'expression de van Fraassen) de différentes relations de pertinence R, c'est-à-dire qu'ils invoquent différents critères pour identifier les facteurs pertinents pour l'explication : une explication causale mécanique par exemple inclut seulement des facteurs pertinents causalement ou décrit seulement les entités et activités qui composent le mécanisme causal. Les explications par loi de couverture, quant

⁴⁷ 1981, 246.

⁴⁸ Kellert et al. 2006, xxii.

⁴⁹ 2003, 2009, p. 110.

à elles, citent seulement les facteurs qui rendent le phénomène explanandum « nomiquement anticipable ».

Références

- Achinstein, Peter (1983): *The Nature of Explanation*, New York: Oxford University Press.
- Beatty, John (1995): "The Evolutionary Contingency Thesis", in: Wolters, Gereon/ Lennox, James (eds.): *Concepts, Theories, and Rationality in the Biological Sciences*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 45-81.
- Bechtel, William/ Abrahamsen, Adele (2005): "Explanation: A Mechanist Alternative", in: *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 36: 421-441.
- Brigandt, Ingo (2013): "Explanation in Biology: Reduction, Pluralism, and Explanatory Aims", in: *Science and Education* 22(1): 69-91.
- Craver, Carl F. (2007): *Explaining the Brain. Mechanisms and the Mosaic Unity of Neuroscience*, Oxford: Oxford University Press.
- Craver, Carl F./ Kaiser, Marie I. (2013): "Mechanisms and Laws: Clarifying the Debate", in: Chao, H.-K./Chen, S.-T./Millstein, R. L. (eds.): *Mechanism and Causality in Biology and Economics*. Dordrecht: Springer, 125-145.
- Duprè, John (1993): *The Disorder of Things. Metaphysical Foundations of the Disunity of Science*, Cambridge/ Massachusetts: Harvard University Press.
- van Fraassen, Bas C. (1977): "The Pragmatics of Explanation", in: *American Philosophical Quarterly* 14 (2): 143-150.
- van Fraassen, Bas C. (1980): *The Scientific Image*, Oxford: Oxford University Press.
- Friedman, Michael (1974): "Explanation and Scientific Understanding", in: *Journal of Philosophy* 71 (1): 5-19.
- Glennan, Stuart S. (2002): "Rethinking Mechanistic Explanation", in: *Philosophy of Science* 69: 342-353.
- Glennan, Stuart S. (2010): "Ephemeral Mechanisms and Historical Explanation", in: *Erkenntnis* 72 (2): 251-266.
- Hempel, Carl G. (1965): *Aspects of Scientific Explanation. And Other Essays in the Philosophy of Science*, New York: Free.
- Hempel, Carl G./ Oppenheim, Paul (1948): "Studies in the Logic of Explanation", in: *Philosophy of Science* 15 (2): 135-175.
- Huneman, Philippe (2010): "Topological explanations and robustness in biological sciences", in: *Synthese* 177: 213-245.
- Kellert, Stephen H./ Longino Helen E./ Waters, C. Kenneth (2006) (eds.): *Scientific Pluralism. Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Minneapolis/ London: University of Minnesota Press.
- Kitcher, Philip (1981): "Explanatory Unification", in: *Philosophy of Science* 48: 507-531.
- Kitcher, Philip (1989): "Explanatory Unification and the Causal Structure of the World", in: Kitcher, Philip/ Salmon, Wesley C. (eds.): *Scientific Explanation*, Minneapolis: University of Minnesota Press, 410-506.

- Kitcher, Philip (1999): "Unification as a Regulative Ideal", in: *Perspectives on Science* 7 (3): 337-348.
- Kitcher, Philip/ Salmon, Wesley C. (1987): "Van Fraassen on Explanation", in: *The Journal of Philosophy* 84 (6): 315-330.
- Machamer, Peter/ Darden, Lindley/ Craver, Carl F. (2000): "Thinking About Mechanisms", in: *Philosophy of Science* 67: 1-25.
- Mayr E. 1993. Proximate and Ultimate Causation. *Biology and Philosophy* 8: 95–98.
- McLaughlin, Peter (2001): *What Functions Explain: Functional Explanation and Self-Reproducing Systems*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Mitchell, Sandra D. (2003): *Biological Complexity and Integrative Pluralism*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mitchell, Sandra D. (2009): *Unsimple Truths. Science, Complexity, and Policy*, Chicago/ London: University of Chicago Press.
- Railton, Peter (1981): "Probability, Explanation, and Information", in: *Synthese* 48: 233-256.
- Rosenberg, Alexander (2001): "How Is Biological Explanation Possible?", in: *British Journal for Philosophy of Science* 52, 735-760.
- Rosenberg, Alexander (2006): *Darwinian Reductionism. Or, How to Stop Worrying and Love Molecular Biology*, Cambridge: University of Chicago Press.
- Salmon, Wesley C. (1984): *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton: Princeton University Press.
- Salmon, Wesley C. (1989): "Four Decades of Scientific Explanation", in: Kitcher, Philip/ Salmon, Wesley C. (eds.): *Scientific Explanation*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 3-219.
- Salmon, Wesley C. (1994): "Causality Without Counterfactuals", in: *Philosophy of Science* 61, 297-312.
- Salmon, Wesley C. (1997): "Causality and Explanation: A Reply to Two Critiques", in: *Philosophy of Science* 64, 461-477.
- Sarkar, Sahotra (1998): *Genetics and Reductionism*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Sarkar, Sahotra (2005): *Molecular Models of Life. Philosophical Papers on Molecular Biology*, Cambridge/ London: MIT Press.
- Sarkar, Sahotra (2009): "Ecology", in: Zalta, Edward N. (ed.): *Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2009 Edition)*, URL = <http://plato.stanford.edu/archives/spr2009/entries/ecology/>.
- Schaffner, Kenneth F. (1993): *Discovery and Explanation in Biology and Medicine*, Chicago/ London: University of Chicago Press.
- Sober, Elliott (1999): "The Multiple Realizability Argument Against Reductionism", in: *Philosophy of Science* 66: 542-564.
- Sober, Elliott (2008): *Evidence and Evolution. The Logic behind the Science*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Strevens, Michael (2008): *Depth. An Account of Scientific Explanations*, Cambridge/ London: Harvard University Press.

Waters, C. Kenneth (2007): "Causes That Make a Difference", in: *The Journal of Philosophy* 104 (11): 551-579.

Woodward, James (2003): *Making Things Happen. A Theory of Causal Explanation*, Oxford: Oxford University Press.

Woodward, James (2011): "Scientific Explanation", in: Zalta, Edward N. (ed.): *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2011 Edition), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/win2011/entries/scientific-explanation/>.