

Séminaire d'épistémologie des sciences sociales (dir. Jean-Michel Berthelot)
 La cumulativité dans les sciences sociales
 9 mai 04

Robert Franck

La semantic approach selon Frederick Suppe : sept solutions majeures, une interrogation (II)

Suite de ma note du 17 février 04

I. Brève évaluation des thèses avancées par Frederick Suppe

Dans ma note préparatoire au séminaire du 17 février j'ai résumé la conception *sémantique* des théories scientifiques, et la manière dont Frederick Suppe conçoit le rapport entre théories et phénomènes. Suppe introduit entre la théorie et les phénomènes un échelon intermédiaire, celui des "systèmes physiques". Et il rompt avec l'exigence traditionnelle d'une adéquation de la théorie aux phénomènes. C'est avec le système physique que la théorie est en rapport d'adéquation. Entre la théorie et les phénomènes la relation est contrefactuelle. Entre le système physique et les phénomènes la relation est également contrefactuelle.

Le point de vue que défend Suppe - y compris la conception sémantique des théories qu'il a contribué à promouvoir - offre une solution à divers problèmes issus de la tradition empiriste comprise en un sens étroit¹. Du même coup il répond à nombre d'interrogations que nous avons soulevées en janvier dernier, comme je l'ai indiqué à la fin de ma note précédente.

Dans la première section de cette nouvelle note, je ferai une brève évaluation des thèses avancées par Suppe. J'insisterai, pour commencer, sur les solutions apportées par Suppe à quelques problèmes philosophiques majeurs, solutions déjà évoquées dans ma note précédente, parce qu'elles éclairent d'un jour nouveau la nature des rapports entre les *données*, les *modèles*, et les *théories*, qui sont les trois "niveaux de savoir" auxquels

¹ La tradition empiriste entendue au sens étroit désigne le courant philosophique issu de David Hume, auquel John Stuart Mill a donné une formidable impulsion, et dont l'empirisme logique représente l'expression la plus achevée. Mais au sens large, l'empirisme désigne toute conception philosophique qui accorde à l'observation et à l'expérience un rôle majeur dans l'acquisition des connaissances. On peut être empiriste, au sens large, et ne pas souscrire aux idées de ceux qui s'inspirent de la tradition humienne. Par exemple, on peut vouloir réserver à l'observation et à l'expérience un rôle majeur dans l'acquisition des connaissances mais refuser de penser qu'on ne peut connaître que l'apparence des choses (conformément à la distinction kantienne entre « phénomènes » et « noumènes »), ou refuser d'assimiler les lois scientifiques à des régularités empiriques absolues ou statistiques.

Faire la différence entre l'empirisme au sens large et l'empirisme d'inspiration humienne est indispensable car les objections qui sont faites depuis quarante ans au réalisme et à l'objectivité des sciences (le constructivisme, la « sociologie » des sciences comme ambition épistémologique de réduire les sciences à leurs conditions sociales de production, et de manière plus vague le subjectivisme, le relativisme et le scepticisme à l'égard des connaissances qui ont grandi durant cette même période) prennent appui sur l'échec de l'empirisme philosophique compris en un sens étroit.

L'empirisme philosophique au sens large réclame une autre assise que celle que lui offrait la tradition humienne. Les propositions de Suppe font un pas dans cette direction. Suppe qualifie lui-même son approche de « quasi-réaliste », face à l'anti-réalisme de van Fraassen qui prône –paradoxalement – un empirisme radical (au sens étroit).

nous avons décidé d'aborder la question de la cumulativité. Cela fait, j'attirerai l'attention sur ce qui me paraît être une grave insuffisance dans l'approche de Suppe. Il s'agit du rôle qu'il convient, à mon sens, de réserver à l'observation des phénomènes en situation non idéalisée. Ceci a des conséquences importantes, il me semble, pour la question de la cumulativité dans les sciences.

Dans la deuxième section de cette note je présenterai la façon dont on peut concevoir la procédure de sélection des paramètres d'un système physique à partir de l'observation des phénomènes en situation non idéalisée.

En conclusion je ferai quelques suggestions pour l'étude de la cumulativité, en relation avec la note et l'exposé de Bernard Walliser du 30 mars dernier.

Solutions majeures apportées à des problèmes majeurs

(a) Les théories scientifiques sont affranchies de la tutelle logiciste à laquelle l'empirisme logique pensait devoir les soumettre. L'argument avancé par les tenants du courant sémantique est qu'une théorie n'est pas un énoncé ni une suite d'énoncés, elle est ce à quoi les énoncés font référence. Ce point de vue conforte le choix que fit Jean-Claude Gardin d'écarter de *l'épistémologie pratique*, dès ses débuts, l'étude "syntaxique" de la logique de l'argumentation.

(b) Le statut des théories est éclairci. Une théorie est une structure métamathématique, conceptuelle, qui coïncide avec la structure du système physique. Quoique distincte des lois, elle n'est pas l'objet d'une réflexion informelle sur le monde qui serait menée à distance de l'investigation empirique. Et elle ne précède pas l'investigation empirique, à l'instar d'une hypothèse qu'il faudrait ensuite conforter par l'expérience ou par l'observation. La théorie résulte de l'investigation empirique. Et elle lui est immédiatement associée. En effet, les paramètres de la théorie et du système physique sont les mêmes, et ces paramètres sont tout à la fois empiriques et théoriques.

(c) Suppe surmonte de cette manière la dichotomie théorie/observation, et la dualité des domaines de l'observable et du non-observable.

(d) Les lois acquièrent, elles aussi, un nouveau statut. Elles cessent d'être des régularités empiriques revêtues, au moyen d'une bien contestable induction amplifiante, d'un caractère général ou universel. La loi est une structure, comme la théorie. Elle est la structure mathématique qui spécifie *les séquences de transitions entre états qui peuvent effectivement se produire* pour tous les systèmes physiques d'une même classe, et qu'il est possible d'observer sur un système physique idéalisé. A la différence de la loi, la structure théorique est le modèle métamathématique qui couvre *toutes les séquences logiquement possibles* de transitions d'un état à un autre de tous les systèmes physiques d'une même classe. (F. Suppe, 1987, pp.153 et 165).

(e) Continuons : la question du pouvoir de prédiction des lois scientifiques trouve à son tour une solution. Les lois définissent les séquences effectivement *possibles*, et donc prévisibles, de changements d'état d'une classe de systèmes physiques. Mais elles ne permettent pas de prédire la façon dont les phénomènes se comporteront en situation non idéalisée (à moins de pouvoir contrôler les influences extérieures au système physique qui agissent sur ses paramètres).

(f) Autre apport encore : une solution est aussi apportée à la difficulté du cercle herméneutique. La construction des données est indépendante de la construction de la théorie, et ne risque donc pas d'être biaisée par la théorie ("We now have a two-stage transition", op.cit. p.71)

(g) Rappelons-nous aussi la réponse majeure qui est apportée aux interrogations sceptiques sur l'objectivité des observations sur lesquelles reposent les théories. Les observations sur lesquelles repose l'édification de la théorie ne sont pas les données sensibles (*sense data* de Locke et Hume), elles ne sont pas non plus les phénomènes tels qu'ils se livrent au sens commun, mais les *hard data* du système physique.

Ces quelques points suffisent pour apercevoir la fécondité de la perspective ouverte par Suppe.

Une grave insuffisance

Mais dans le scénario qu'il nous propose de la démarche scientifique aucun rôle ne revient, semble-t-il, à l'observation des phénomènes en situation non idéalisée. Tout se joue apparemment dans la relation entre le système physique et la structure théorique, celle-ci étant appelée à coïncider avec la structure empirique du système physique. On l'a vu, il n'est plus question d'assurer l'adéquation de la théorie aux phénomènes en situation non idéalisée; c'est l'adéquation de la théorie au système physique que la science s'efforce de démontrer. Suppe dit vrai: la démonstration expérimentale le montre à l'évidence. Mais comment alors échapper à la conclusion que la science ne nous apprend rien sur le monde complexe qui nous entoure, hors des laboratoires? Cette conclusion est intenable, comme en témoignent les innombrables applications de la science. De quelle nature est alors la relation entre la théorie et le monde des phénomènes complexes qui nous entourent? La relation est contrefactuelle, répond Suppe. Cela veut dire que la théorie est *ce sans quoi* les phénomènes observés en situation non idéalisée ne seraient pas ce qu'ils sont. Ou pour le dire autrement, la structure théorique du système physique *doit* être ce qu'elle est pour que les phénomènes en situation non idéalisée puissent se comporter comme ils le font.

Comment Suppe explique-t-il ce lien entre la structure théorique du système physique et les phénomènes en situation non idéalisée? Je l'ignore. Mais pour ma part je ne vois pas d'autre réponse que celle-ci : la structure théorique du système physique est *également* la structure théorique des phénomènes en situation non idéalisée. Elle est commune aux phénomènes en situation idéalisée et aux phénomènes en situation non idéalisée. Il ne faut donc pas la confondre, contrairement à ce que fait Suppe, avec le modèle du système physique, elle couvre aussi bien les modèles de comportements des phénomènes en situations non idéalisées. Elle en est le principe commun. Et nous retrouvons ainsi l'interrogation de Suppe au terme de son ouvrage de 1989, que je citais à la fin de ma note précédente (p.7): il faut peut-être admettre, disait-il en se référant à Stegmüller, que les théories sont des collections de modèles possibles, unifiés par un même principe, par une même idée centrale. Et les modèles de systèmes physiques que la conception sémantique qualifie généralement de théories seraient, à vrai dire, des instances de la théorie.

Ne restons pas en si bon chemin. Nous venons d'accorder aux structures théoriques de Suppe un statut nouveau, celui d'un principe commun à de multiples

modèles de comportements des phénomènes, en situation idéalisée et non idéalisée. Ceci va nous permettre de réattribuer à l'observation des phénomènes en situation non idéalisée un rôle dans l'économie de la recherche, rôle qui semblait avoir disparu sous la prédominance accordée aux systèmes physiques. Mais ce rôle ne sera plus celui que lui réservait la tradition empiriste, consistant à vérifier ou à falsifier des hypothèses. Ce rôle revient aux systèmes physiques. Il consistera au contraire à nous permettre de découvrir les principes, c'est-à-dire les structures théoriques qui commandent les phénomènes, y compris les systèmes physiques. C'est ce que j'essaierai de montrer dans la deuxième section de cette note.

II. Le rôle de l'observation des phénomènes en situation non idéalisée est de découvrir les principes qui structurent tant les phénomènes en situation non idéalisée que les systèmes physiques (en d'autres mots, ce rôle est celui de la découverte des théories)

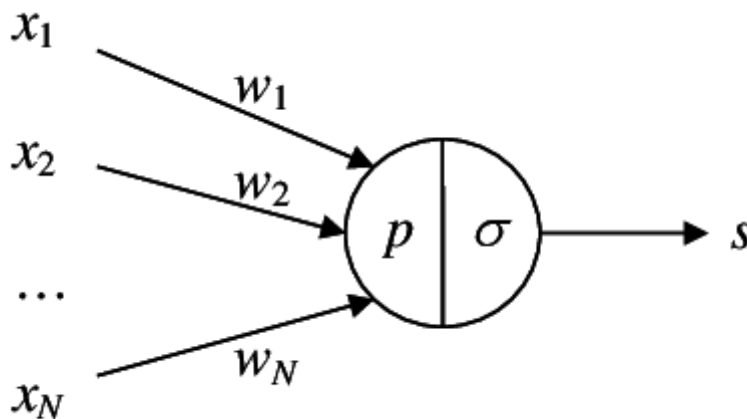
Par la notion de *système physique*, un niveau intermédiaire est introduit entre le niveau de la réalité phénoménale complexe et le niveau de la théorie. Mais Suppe ne nous dit pas sur quoi repose le choix des paramètres du système physique. Est-il possible de répondre à cette question? C'est par l'analyse qu'on opère la sélection des paramètres. C'est du moins ce que je vais essayer de montrer maintenant. C'est par l'analyse des phénomènes en situation non idéalisée qu'on découvre les principes, c'est-à-dire la structure théorique qui règle le comportement de ces phénomènes, et qui fixe les paramètres des systèmes physiques qui servent à confirmer ou infirmer la pertinence de cette structure théorique. Voyons comment on sélectionne par l'analyse les paramètres pertinents d'un *système physique*.

Reverse engineering method

Les modèles cognitifs en Intelligence Artificielle (AI), pour être fonctionnellement équivalents au cerveau, ne doivent pas copier le cerveau. Cette mise en garde est faite par Armand de Callatay dans son remarquable ouvrage *Natural and Artificial Intelligence* (1992). Et lorsque l'ingénieur conçoit une machine destinée à être fonctionnellement équivalente à un système réel, il ne doit pas chercher à copier ce système réel. Un pacemaker n'offre pas de ressemblance physique avec la partie du système cardiaque qu'il est appelé à remplacer; pourtant il en assure les fonctions de façon équivalente. de Callatay attire l'attention sur la fécondité d'une méthode familière aux ingénieurs, que l'on nomme *reverse engineering method*, et qui consiste à reconstruire l'architecture fonctionnelle d'un objet sans connaître l'architecture matérielle de cet objet. Par exemple, il est possible de reconstruire l'architecture fonctionnelle du cerveau sans ouvrir le cerveau, ou sans faire de neurophysiologie du cerveau. Un large pan de la psychologie cognitive s'attelle à ce travail depuis une vingtaine d'années. Le cerveau est alors assimilé à une boîte noire. Comment s'y prend-on pour découvrir l'architecture fonctionnelle d'un système réel sans regarder dedans, sans regarder comment il fonctionne? On part de l'observation des propriétés du système, autrement dit on part de l'observation des effets que produit le système en interaction avec son environnement. Et de ces propriétés on induit les fonctions sans lesquelles ces propriétés seraient inconcevables, celles qui doivent nécessairement être présentes dans ce système pour que soient possibles les propriétés observées. Ces fonctions, ce sont des concepts d'opérations. L'ingénieur invente des dispositifs ou des machines capables d'effectuer ces opérations. Les machines elles-mêmes ne nous

apprennent rien sur le système matériel, par exemple sur le cerveau; mais lorsqu'elles produisent les effets escomptés elles nous confortent dans la pertinence des fonctions (des concepts d'opérations) que nous avons cru devoir inférer de l'observation des propriétés du système. de Callatay écrit : "l'ingénieur comprend un système existant lorsqu'il peut créer une machine (virtuelle) qui est *fonctionnellement équivalente* à ce système." Que comprend-il alors du système? Son architecture fonctionnelle. Et cette architecture de fonctions n'est pas l'architecture des mécanismes matériels du système, elle est une architecture de concepts.

Voici un exemple simple d'architecture fonctionnelle, le modèle de Mc Culloch et Pitts (1943), l'ancêtre des modèles neuronaux.



voir R.Franck (Ed.)2002, *The explanatory Power...* p.143

Ce modèle représente un neurone. Mais que représente-t-il du neurone? Ni le *soma*, ni l'*axone*, ni les *dendrites*, ni le noyau des gènes, ni la membrane, ni la forme du neurone, bref rien de la matérialité d'un neurone. Que représente-t-il alors? Les auteurs du modèle sont partis de l'observation des propriétés du neurone, et ils ont représenté - non les propriétés observées - mais les fonctions (les concepts d'opérations) sans lesquelles le neurone ne pourrait pas avoir les propriétés qu'il a. Quelles fonctions?

Il faut un dispositif qui assure la réception des stimulations (les entrées), un autre dispositif qui pondère les stimulations (les coefficients synaptiques), un troisième dispositif qui calcule la somme des entrées pondérées (p), un quatrième dispositif (σ) qui fixe le seuil de stimulation en deçà duquel il ne se produit pas de transmission et au-delà duquel il y a transmission ("all- or none") et un cinquième dispositif qui assure la sortie des stimulations.

Je souligne que ce ne sont pas les dispositifs ou machines capables d'assurer les fonctions qui sont représentés dans ce modèle, mais les fonctions elles-mêmes; autrement dit, rien d'observable, rien d'autre que des concepts abstraits. Ces concepts nous apprennent ce sans quoi les propriétés du neurone seraient inexplicables; ils déterminent les conditions *théoriques* nécessaires à l'existence des propriétés observées.

L'analyse cartésienne

L'analyse cartésienne préfigure merveilleusement la *reverse engineering method*. Rappelons-nous le fameux *Traité de l'Homme* de Descartes (1652, 1664). Ce Traité a eu un grand retentissement : le corps humain n'était-il donc qu'une machine? Descartes précise à la première page de son Traité qu'il ne s'arrêtera pas à nous décrire les os, les nerfs, les muscles etc. que nous pouvons nous faire montrer par quelque savant anatomiste, mais qu'il nous expliquera, par ordre, les mouvements qui représentent les fonctions du corps (op.cit.pp.807-808) Autrement dit, Descartes nous prévient qu'il ne s'occupera pas de nous présenter l'architecture matérielle du corps humain, mais qu'il nous en fera découvrir l'architecture fonctionnelle.

Comment Descartes procède-t-il? En quoi consiste la méthode analytique cartésienne? On en trouve l'exposé dans les *Règles pour la direction de l'esprit* (1652, 1701). Le premier pas de l'analyse est de rassembler soigneusement toutes sortes d'expériences au sujet de la chose dont on veut découvrir la nature, afin de connaître ses effets, ses propriétés. Cela fait, le chercheur "déduit" des effets observés "le mélange de natures simples nécessaire pour produire tous les effets qu'il a constatés". (op.cit. pp.87-88) Que sont ces "natures simples"? Ce sont les idées "claires et distinctes". Voici des exemples que donne Descartes de "natures simples" ou d'idées "claires et distinctes" : la figure, l'étendue, le mouvement, deux choses sont égales si chacune est égale à une troisième. (op.cit.pp.80-81) Donc lorsqu'on veut connaître quelque chose, par exemple le corps humain, on commencera par observer soigneusement ses effets : il marche, il respire, il mange, etc.; et on s'occupera ensuite de rechercher par quels "mélanges" ou combinaisons d'idées "claires" on peut concevoir les opérations capables de produire les effets observés. La méthode d'analyse préconisée par Descartes, à savoir inférer (Descartes écrit "déduire") de l'observation des effets d'un système la combinaison d'"idées claires" qui peut les expliquer, s'applique parfaitement aux modèles d'intelligence artificielle de l'ingénieur; l'analyse cartésienne procède à la façon du *reverse engineering*.

Peut-on faire mieux?

Mais pouvons-nous nous satisfaire de la méthode cartésienne? C'est un vieux débat. Spinoza (1651, 1672) faisait remarquer que si l'analyse se contente de prendre appui sur l'observation des effets produits par l'objet, notre connaissance de la nature de l'objet se trouve restreinte à ce que nous pouvons inférer de ces effets; en outre, une telle connaissance reste abstraite, cette méthode ne suffit pas à nous faire accéder à la connaissance de l'objet concret. (G.Deleuze 1968) Peut-on faire mieux? On peut observer la façon dont fonctionne concrètement le système, tout en prenant pour guide l'architecture fonctionnelle à laquelle nous fait accéder l'analyse cartésienne. Revenons à l'exemple de l'intelligence artificielle. Pour la méthode du *reverse engineering*, comme pour l'analyse cartésienne, le cerveau est une boîte noire. Le neurophysiologiste au contraire ouvre la boîte et observe ce qui s'y passe. Mais s'il ne cherchait pas en même temps à reconstituer l'architecture fonctionnelle du cerveau à partir de l'observation de ses effets, comme le préconise Descartes, il ne comprendrait pas ce qu'il voit dans la boîte crânienne et il multiplierait toutes sortes d'hypothèses causales... comme on le fait à perdre haleine dans les sciences sociales.

En un mot, pour faire mieux il faut combiner deux démarches : celle qui consiste à inférer l'architecture fonctionnelle du système à partir des effets observés, et celle qui consiste à décrire les dispositifs, les chaînes causales, les processus empiriques, qui sont

à l'oeuvre quand le système fonctionne. En quoi consiste la combinaison de ces deux démarches? C'est l'architecture fonctionnelle qui guide le repérage des processus causaux qui sont à l'origine des effets observés. A défaut de connaître cette architecture fonctionnelle, l'étude causale peut se poursuivre à l'infini puisque tout et n'importe quoi peut être facteur hypothétique d'effets observés, et les hypothèses causales que l'on retient, même lorsqu'elles se trouvent corroborées, laissent le champ ouvert à un nombre indéterminé d'autres hypothèses causales. C'est pour cela qu'on assiste depuis un demi siècle en sociologie et dans d'autres sciences sociales, faute d'une architecture fonctionnelle solide sur laquelle on puisse appuyer les études causales, à une prolifération de recherches causales dont il est difficile d'intégrer les résultats. D'autre part l'architecture fonctionnelle qu'on "déduit", comme disait Descartes, de l'observation des effets d'un système est incertaine et de prime abord grossière, et on peut la vérifier et l'affiner à mesure que progresse la connaissance des processus causaux qui composent les mécanismes réels qui assurent les fonctions prévues dans l'architecture fonctionnelle. C'est la combinaison de ces deux démarches qu'il faut qualifier désormais d'*analyse*, et ne pas réserver le nom d'*analyse* à la seule démarche cartésienne. Mais il faut préciser alors que la seconde démarche, celle qui décrit les processus empiriques à l'aide de relations causales ou autrement, n'est proprement *analytique* que lorsqu'elle prend appui sur l'architecture fonctionnelle que l'analyse cartésienne nous invite à entreprendre.

Il y a deux sortes d'explication

La méthode analytique élargie telle que je viens de la définir attire notre attention sur l'existence de deux types d'*explication* différents à l'oeuvre dans les sciences. Dans le premier cas l'explication consiste à conceptualiser les fonctions - et plus généralement les concepts - dont la combinaison est *nécessaire* pour que le système puisse produire les effets qu'il produit, pour qu'il puisse posséder les propriétés qu'on a observées. Dans le second cas l'explication consiste à rechercher les variables *contingentes* du système dont la réunion engendre ces propriétés. Appelons *théorique* le premier type d'explication et appelons *empirique* le second type d'explication (R.Franck 1994 pp.303-316, et 1997). Outre qu'il existe deux types d'explications nous venons d'apprendre qu'il faut les associer. On peut bien se contenter, comme le faisait Descartes, de l'explication *théorique* mais notre connaissance du système reste alors abstraite et partielle (elle nous en livre la structure théorique), et dépourvue des moyens de se vérifier et de s'affiner. Et on peut bien se contenter d'explications causales mais le repérage des processus causaux se fait alors au gré du chercheur, et sans espoir de comprendre jamais les mécanismes durables du système : à n'observer que les relations de cause à effet rien ne permet d'affirmer que les causes retenues reproduiront les mêmes effets. Pour qu'il en soit autrement il faut se guider sur les fonctions abstraites, conceptuelles que met à jour l'analyse cartésienne, à l'instar des ingénieurs, et il faut chercher à mettre au jour, par l'étude des réseaux de relations causales, les dispositifs ou processus empiriques réels qui assurent ces fonctions. La conjugaison de ces deux démarches est réalisée au sein des 'systèmes physiques' au sens de Suppe.

Ce qui vient d'être dit nous livre de l'analyse une image plus étroite et plus exigeante que celle qui nous est familière. L'analyse désigne primitivement, en grec, l'opération de délier, ou de décomposer, par opposition à la synthèse qui consiste à relier ou à

recomposer, et c'est encore en ce sens que nous faisons ordinairement usage de ce mot; c'est en ce sens qu'on parle, par exemple, d'analyse chimique. Mais l'analyse et la synthèse ont reçu bien vite, dès l'Antiquité, des connotations philosophiques importantes et parfois divergentes (J.Lechat, 1962). Parmi celles-ci il en est une dont se réclamait Descartes : l'analyse est une *solution à rebours*. La démonstration analytique, suivant Descartes, doit aller des conséquences aux principes, elle est la démarche inverse des démonstrations qu'on trouve en géométrie. Au lieu de déduire les conséquences de principes que l'on suppose connus, l'analyse consiste à découvrir les principes à partir de l'étude de leurs conséquences. Il n'y a pas, écrit Descartes dans les *Méditations* (1952, 1647, pp.387-388), d'autre façon de parvenir à la connaissance des principes, y compris pour les géomètres : s'ils feignent de ne pas recourir à l'analyse, dit-il, c'est "à mon avis, parce qu'ils en faisaient tant état, qu'ils la réservaient pour eux seuls, comme un secret d'importance". De la même manière, on ne peut connaître la nature (*causa* ou *principe*) des choses, sinon à partir de l'observation de leurs effets. La nature des choses? Il s'agit du "mélange de natures simples", ou d'idées claires, "nécessaire pour produire tous les effets qu'il a constatés". (déjà cité)

La démarche cartésienne gagne à être combinée à une autre démarche, on l'a vu, celle qui consiste à décrire les dispositifs ou processus empiriques générateurs des effets de la chose qu'on veut expliquer (cette combinaison est réalisée dans les 'systèmes physiques'). Mais la démarche cartésienne à elle seule nous suffit à comprendre que les paramètres auxquels on recourt dans l'explication scientifique, et dont nous parle Suppe, ne nous tombent pas du ciel : ces paramètres sont les concepts ou les "mélanges d'idées claires" sans lesquels certains effets, ou propriétés, ou comportements du système étudié sont, de l'avis des chercheurs, inconcevables, incompréhensibles, inexplicables. C'est par l'analyse qu'une discipline édifie ses paramètres.²

III. Quelques suggestions en relation avec la note de Bernard Walliser

1) Concernant les données, le point de vue de Bernard rejoint, si je l'ai bien compris, celui de Suppe: les données pertinentes sont les hard data, c'est-à-dire des données largement reconstruites, et sélectionnées parmi toutes les données observables de manière à ce qu'elles puissent s'inscrire dans le cadre d'une structure théorique déjà convenue. Sans rien retirer à ce point de vue, ma préoccupation est de faire place *en outre* à l'observation des données en situations non idéalisées. J'ai dit pourquoi. Mais s'il est vrai, comme je le pense, que l'analyse de ces données-là est le bon chemin pour découvrir les structures théoriques des phénomènes tant en situation idéalisée (les hard data) que non idéalisées, alors elles jouent également un rôle important dans l'accumulation des connaissances et dans leurs révisions, et devront faire l'objet de toute notre attention dans l'examen de la cumulativité en sciences.

2) Je différencie la structure théorique des systèmes physiques, de leurs modèles empiriques. Cette structure théorique est le *principe* commun aux modèles empiriques

² Le texte de la section II de cette note est extrait, avec quelques adaptations, de R.Franck, « La pluralité des disciplines, l'unité du savoir et les connaissances ordinaires », *Sociologie et sociétés*, vol.XXXI, n°1, printemps 1999, pp.129-142. Le thème en a été abondamment développé in R.Franck (Ed.) *The Explanatory Power of Models, Bridging the Gap between Empirical and Theoretical Research*, Dordrecht/Boston/London : Kluwer Academic Publisher (Methodos Series vol.1) 2002

des systèmes physiques et aux modèles empiriques des systèmes observés en situations non idéalisées. Ce faisant, je ne rejoins pas la distinction entre théories et modèles que propose Bernard. Pour commencer, je pense qu'une structure théorique est, elle aussi, un modèle et que la distinction ne peut donc consister à différencier théories et modèles. Il faut lui substituer une autre distinction, qui consisterait à qualifier deux sortes de modèles. Ma proposition est que l'on différencie les modèles théoriques et les modèles empiriques. Ceci aurait sans doute également une incidence sur notre étude de la cumulativité. Les trois types de cumulativité avancés par Bernard s'appliqueraient respectivement aux modèles empiriques et aux modèles théoriques.

3) Ensuite, les cinq rôles affectés par Bernard aux modèles me paraissent s'appliquer aussi bien aux structures théoriques, et ne constituent donc pas, il me semble, de bons critères de différenciation entre théories et modèles.

4) Je partage la façon dont Bernard qualifie la "fonction de structuration" et la "fonction de légitimation" des théories. Faut-il ranger la première de ces deux fonctions du côté des programmes au sens de Lakatos, comme l'a suggéré Jean-Michel? Tout est de savoir comment on définit une théorie scientifique. Cela demanderait une discussion plus approfondie entre nous, en particulier sur la ligne de partage qu'il convient de tracer entre programmes et théories. La "fonction de structuration", telle que définie par Bernard, me paraît rejoindre la définition de la théorie proposée par Suppe.

5) Lorsqu'il applique aux données, aux modèles et aux théories sa typologie de la cumulativité, il arrive que Bernard évoque des interférences entre les trois "niveaux de savoir". Je suggère que dans l'examen de la cumulativité que nous allons mener, nous soyons particulièrement attentifs à ces interférences. Je pense en effet que la cumulativité - autant que les révisions - résultent largement de la fécondation réciproque des trois "niveaux de savoir". Mais, comme je l'ai déjà suggéré, je propose de redécouper d'une autre manière ces trois niveaux :

- observations en situation non idéalisée,
- modèles empiriques y compris les hard data,
- et structures théoriques.

6) Bernard évoque les mécanismes d'influence entre variables, et les range dans les justifications non formelles des relations entre variables du modèle par des processus sous-jacents. Je voudrais souligner l'attention croissante qui est donnée à ces mécanismes, et l'importance prise par l'étude formelle de ces mécanismes en particulier à l'aide de l'analyse causale. On peut ranger ces mécanismes dans ce que j'ai appelé plus haut les modèles empiriques. Leur rôle dans l'accumulation des connaissances mériterait, je pense, une attention particulière.

Références bibliographiques

- DE CALLATAY Armand (1992) *Natural and Artificial Intelligence, Misconceptions about Brains and Neural Networks*, Amsterdam-London-New York-Tokyo, Elsevier Science Publishers
- DELEUZE Gilles (1968) *Spinoza et le problème de l'expression*, Paris, Editions de Minuit, ch.X

- DESCARTES René (1952) *Méditations, Objections et Réponses* (1647), in *Oeuvres et Lettres*, Paris, Gallimard
- DESCARTES René (1952) *Traité de l'Homme* (1664), in *Oeuvres et Lettres*, Paris, Gallimard
- DESCARTES René (1952) *Règles pour la direction de l'esprit* (1701), in *Oeuvres et Lettres*, Paris, Gallimard
- FRANCK Robert (sous la direction de) (1994), *Faut-il chercher aux causes une raison? L'explication causale dans les sciences humaines*, Paris-Lyon, J.Vrin-IIIEE
- FRANCK Robert (1997) "Faut-il deux principes explicatifs différents pour comprendre l'évolution?" in EXBRAYAT J.M. et FLATIN J. (Eds.) *L'évolution biologique, Science, Histoire ou Philosophie?* Paris-Lyon, J.Vrin-IIIEE, pp.559-566
- LECHAT Jean (1962) *Analyse et Synthèse*, Paris, P.U.F.
- SPINOZA Baruch (1951), *Traité de la réforme de l'entendement, et de la meilleure voie à suivre pour parvenir à la vraie connaissance des choses* (1672), traduction et notes par A.Koyré, Paris, J.Vrin, n°19 et 21.
- SUPPE Frederick (1989) *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, Urbana and Chicago, University of Illinois Press
-