

CONGRES de l'A.E.I.S.
THEORIES ET MODELES EN SCIENCES SOCIALES

28/29 novembre 2011 Université Diderot Paris VII Amphi Buffon

Méthodologie générale – induction et axiomatisation

Robert Franck

Des avancées majeures ont été réalisées dans les méthodes d'observation et d'analyse des phénomènes sociaux. Mais les sciences sociales peinent encore à renforcer la fiabilité de leurs *théories* et de leurs *modèles*. La méthode inductive *classique* permet-elle de surmonter les difficultés que rencontrent les sciences sociales à établir la pertinence de leurs modèles et de leurs théories ? Les solutions que procure l'induction *classique* feront l'objet de ma communication.

La méthode d'induction *classique* est régulièrement confondue avec l'induction *amplifiante*. Pourtant elle en diffère tout à fait. L'induction *classique* consiste à déduire ou extraire de l'expérience les axiomes, elle est une *axiomatisation*. Je commencerai par préciser la nature de la méthode inductive *classique* et la nature des axiomes. Les axiomes ne sont ni des évidences ni des postulats. Il en résultera un éclairage inattendu des *théories* et des *modèles*, objet de ce Congrès.

Cela fait, nous apercevrons *comment* la méthode inductive classique peut résoudre les difficultés qu'ont les sciences sociales à conforter modèles et théories :

- comment sélectionner les paramètres d'un modèle,
- comment différencier un modèle théorique d'un modèle empirique,
- comment articuler l'explication empirique et l'explication théorique,
- comment conférer à une théorie sociale l'*universalité* d'une *loi* et reconnaître sa *nécessité*,
- comment *généraliser* une théorie ou un modèle de manière à l'appliquer à des milieux sociaux différents.

*

Dans la littérature philosophique on illustre bien souvent l'induction par l'exemple des corbeaux noirs ou des cygnes blancs : les corbeaux qu'on a observés jusqu'à présent sont noirs, on en conclut que *tous* les corbeaux sont noirs. Les cygnes blancs observés jusqu'à présent sont blancs, on en conclut que... etc. Je cite Popper (1973, pp.23-24) : "Il est courant d'appeler 'inductive' une inférence si elle passe d'*énoncés singuliers* (parfois appelés aussi énoncés particuliers), tels des comptes rendus d'observations ou d'expériences, à des *énoncés universels*, telles des hypothèses ou des théories. Or il est loin d'être évident, d'un point de vue logique, que nous soyons justifiés d'inférer des énoncés universels à partir d'énoncés singuliers aussi nombreux soient-ils; toute

conclusion tirée de cette manière peut toujours, en effet, se trouver fausse : peu importe le grand nombre de cygnes blancs que nous puissions avoir observés, il ne justifie pas la conclusion que *tous* les cygnes sont blancs. La question de savoir si les inférences inductives sont justifiées ou à quelles conditions elles le sont, est connue comme constituant *le problème de l'induction*."

Popper nous mettait en garde contre l'induction et il nous proposait de suivre une toute autre voie qu'il a nommée *méthode déductive de contrôle*, ou *procédé déductif de mise à l'épreuve (testing) des théories*, et plus brièvement *déductivisme* par opposition à ce qu'il appelait l'"inductivisme"¹. Il a sensiblement contribué de cette manière au discrédit jeté pendant un demi-siècle sur l'induction, en philosophie des sciences et dans les sciences sociales.

Mais Popper confondait l'inférence inductive *amplifiante* et la méthode classique d'induction. L'induction amplifiante consiste à généraliser une observation, ou un énoncé singulier. Inférer d'un énoncé singulier un énoncé général n'est pas *logiquement* valide comme le rappelait Popper². Mais ce n'est pas ce que fait la méthode classique d'induction. Aussi Popper avait-il tort d'invoquer *le problème de l'induction* pour faire prévaloir sa méthode sur la méthode classique d'induction.

Celle-ci consiste à extraire de l'expérience les axiomes. La formule est surprenante. Elle est de Francis Bacon (1960, Liv. II, 10). Bacon est célèbre pour avoir abondamment décrit et commenté la méthode classique d'induction. De quoi s'agit-il ? Nous avons l'habitude d'entendre que les axiomes sont les évidences premières, non démontrées, sur lesquels on édifie une discipline scientifique. Pourquoi vouloir les extraire de l'expérience ? On prend souvent pour exemple les axiomes de la géométrie. Les axiomes d'Euclide dont on déduit les propriétés des figures géométriques sont évidents, dit-on. Quant aux axiomes des géométries non-euclidiennes, ce sont des postulats. Eux ne sont pas évidents mais on arrive à en déduire de nouvelles propriétés géométriques.

Bacon pense au contraire que les axiomes euclidiens dont on déduit les propriétés des figures géométriques ont été auparavant extraits de ces mêmes propriétés. Et il propose de procéder de la même façon pour l'étude des propriétés de la Nature. Les axiomes qui vont nous permettre d'expliquer les propriétés de la Nature, écrit-il, nous devons d'abord les extraire de ces mêmes propriétés. Et que sont en réalité les axiomes ? Les axiomes, dit-il, sont des *formes*. Nous dirions aujourd'hui des *structures*. Il s'agira d'extraire des propriétés de la Nature la *forme*, la *structure* du processus qui génère chacune de ces propriétés. C'est cette tâche qu'il assigne à la méthode inductive³. Par exemple, c'est une observation soutenue des phénomènes lumineux qui pourra nous

¹ Popper a exposé sa *méthode déductive de contrôle* dans l'ouvrage : *La logique de la découverte scientifique*, publié à Vienne en 1935. Le livre est paru en anglais en 1959 et en traduction française en 1973. Sa méthode est surtout célèbre pour son côté 'falsificationniste'. Popper est sans doute le philosophe des sciences le plus influent dans les milieux des sciences sociales et c'est pour cela que je le cite d'entrée de jeu.

² Par contre on peut avoir de bonnes raisons de généraliser une observation.

³ L'œuvre propre et le but de la science, écrit-il, est de découvrir la *forme*, la structure des propriétés de la nature (1960, liv.II, 1).

instruire sur la forme du processus qui génère ces phénomènes. C'est ce travail que Christian Huygens entreprendra un peu plus tard et qui l'amènera à la conclusion que cette forme est ondulatoire. Pour parvenir à la connaissance de la structure du processus générateur d'une propriété naturelle il faut minutieusement observer cette propriété, qu'il s'agisse de lumière, de pesanteur, de chaleur, ou de toute autre propriété naturelle.

Bacon fut le premier à conceptualiser la méthode inductive mais il ne fut pas seul à proposer d'analyser la nature de cette façon. Bien au contraire tous ceux qui, au dix-septième siècle, ouvrirent le chemin aux sciences empiriques modernes y ont souscrit. Descartes, par exemple, écrivit quelques années plus tard que l'analyse consiste à découvrir les principes à partir de l'étude de leurs conséquences (principes et axiomes étaient à l'époque synonymes). Il n'y a pas d'autre façon de parvenir à la connaissance des principes, ajoutait-il, y compris pour les géomètres ; s'ils feignaient de ne pas recourir à l'analyse c'est « à mon avis, parce qu'ils en faisaient tant état, qu'ils la réservaient pour eux seuls, comme un secret d'importance. » Même chose lorsqu'on veut découvrir les principes de la nature : il faut partir de leurs conséquences, autrement dit il faut partir de l'étude des propriétés des choses. (Descartes R., 1952, pp.387-388)

Autre exemple, Newton : dans la *Préface* aux *Principia* il écrit que « (...) la géométrie est fondée sur les descriptions des lignes droites et des cercles (...) » (1985, pp. 19 - 20). C'est de la description des lignes droites et des cercles que les axiomes euclidiens ont été déduits. De la même façon, c'est de la description du mouvement des corps qu'il a pu « déduire » les premiers principes de la Mécanique : « (...) les premiers principes ou axiomes que j'appelle lois du mouvement. Ces principes sont déduits des phénomènes (...) » Cette méthode, précise-t-il, « confère le plus haut degré d'évidence » aux premiers principes ou axiomes de la Mécanique. (Id. p.171)

Bref, du point de vue de la méthode d'induction classique⁴ un axiome – ou un ensemble d'axiomes – représente la *forme*, la structure, du processus générateur d'une propriété naturelle ; et seule l'observation de cette propriété peut nous conduire à sa découverte. Mais ce n'est pas la forme sensible ou empirique de ce processus que l'axiome est appelé à représenter. Par exemple, le processus générateur de chaleur peut avoir pour forme sensible un rayon de soleil ou le rayonnement d'un brasier. Ce que l'axiome doit représenter, c'est autre chose. Il faut qu'il représente la forme *universelle* du processus générateur de chaleur. Cet exemple est de Bacon lui-même. Même chose pour la *loi* de la gravitation que découvrira Newton : elle représente la *forme universelle* de tout processus générateur de pesanteur, à la différence du modèle du système solaire établi par Kepler qui représente la *forme empirique* particulière de gravitation du système solaire. A la différence du modèle de Kepler, la *loi* newtonienne de la gravitation est un *axiome*⁵.

⁴ J'ai présenté plus longuement la méthode d'induction classique in Franck R. 2009

⁵ *Loi* et *axiome* sont synonymes pour Newton. Mais il ne range pas la loi de la gravitation parmi les « premiers » principes ou axiomes de la Mécanique. C'est que, pour Newton comme pour Bacon, les axiomes ne sont pas tous

La différence entre les formes *empiriques* du processus générant une propriété naturelle et la forme *axiomatique* de ce processus est décisive pour saisir la nature véritable des *axiomes*, des *lois*, des *théories* et des *modèles* dans les sciences naturelles. Elle est aussi décisive, comme on va le voir, pour surmonter les difficultés que rencontrent les sciences sociales à établir la pertinence de leurs modèles et de leurs théories. Hélas, la confusion est persistante dans ces disciplines entre les formes empiriques du processus générateur d'une propriété sociale et sa forme axiomatique.

Le modèle de Mc Culloch et Pitts, l'ancêtre des modèles neuronaux, va nous aider à dissiper cette confusion. Ensuite, c'est par un exemple simple emprunté au champ social que je mettrai en avant les avantages qu'il y a à différencier la forme axiomatique du processus générateur d'une propriété sociale, de ses formes empiriques.

Voici une représentation schématique du modèle de Mc Culloch et Pitts.

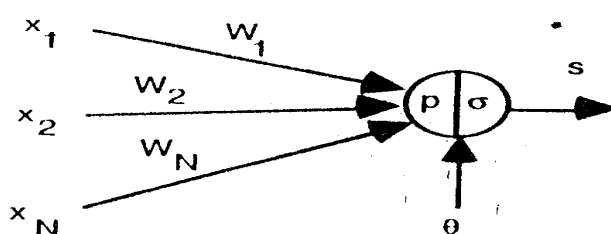


Fig. II. 1. — Modèle formel de McCulloch et Pitts

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 configuration anatomique du neurone, bref rien de ce qu'on peut voir d'un neurone. Que représente-

« premiers », il en est de niveau inférieur et d'autres sont de niveau intermédiaire. (Bacon F. 1960, aphorism 105)

t-il alors ? Les auteurs sont partis de l'observation des propriétés du neurone, et ils ont représenté dans leur modèle la combinaison (la structure) d'opérations sans laquelle le neurone n'aurait pas les propriétés qu'il a. Quelles opérations ?

La *réception* de stimulations ($x_1, x_2, \dots, x_n$), leur *pondération* ($w_1, w_2, \dots, w_n$) (coefficients synaptiques), la *sommation* des entrées pondérées (p), la fixation d'un *seuil* de stimulation en deçà duquel il n'y a pas transmission de la stimulation et au-delà duquel il y a transmission '*all or none*' (σ), et la *sortie* (s).

Le modèle ne nous dit rien sur la façon dont se déroulent ces cinq opérations, non plus que sur les dispositifs physiques qui effectuent la *réception*, la *pondération*, etc. Il ne nous livre rien de plus qu'une combinaison de concepts. On dit qu'il est *formel*, vide de tout contenu empirique. Mais soulignons tout de suite que chacune des cinq opérations pointées par un concept est jugée indispensable à la présence des propriétés du neurone qui ont été observées ; même chose pour la *combinaison* de ces opérations, qui est figurée par des flèches dans le modèle : c'est dans cet ordre que doit *nécessairement* se dérouler le processus générateur des propriétés observées.

Bref, le modèle de Mc Culloch et Pitts nous révèle la forme *axiomatique* du processus générateur des propriétés d'un neurone. Il est *universel* en ce sens que, lorsqu'on observe sur un neurone ces propriétés-là, c'est toujours de ce processus générateur qu'elles résultent.

Comparons maintenant le modèle de Mc Culloch et Pitts au modèle anatomique d'un neurone.

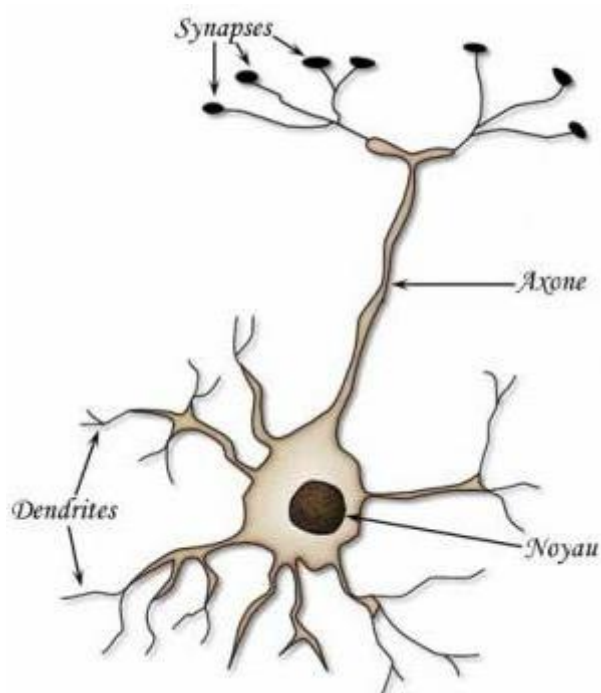


Figure 2

Ce second modèle, à la différence du précédent, nous représente ce qu'on peut voir d'un neurone. Il nous décrit les dendrites, l'axone, les boutons synaptiques, et il nous décrit leur disposition dans l'espace. On dit d'un tel modèle qu'il est *empirique*, à la différence du premier modèle. Si maintenant nous voulons savoir le rôle que joue chacune des parties du neurone – les dendrites, etc. – dans le processus qui génère ses propriétés, nous aurons avantage à revenir au premier modèle. C'est lui qui nous a informé sur les opérations qui concourent à générer les propriétés observées, il suffira donc maintenant de déterminer *par quoi* s'effectuent chacune de ces opérations : est-ce les dendrites seules qui réceptionnent des stimuli, ou l'axone intervient-il aussi pour une part dans la réception de stimuli? Est-ce les dendrites, ou d'autres parties du neurone, qui opèrent la pondération et la sommation des stimuli? Etc.

On le voit, le modèle *axiomatique* de Mc Culloch et Pitts peut guider l'investigation *empirique* des causes, internes au neurone, qui génèrent ses propriétés. De son côté le modèle anatomique, lorsqu'on le conjugue au modèle formel, nous livre accès aux dispositifs physiques qui effectuent les opérations générant les propriétés neuronales, et il nous révèle la forme *empirique* du processus générateur de ces propriétés. A mesure que s'affinera la connaissance des dispositifs physiques et de leurs opérations, la forme *axiomatique* du processus s'affinera également, en ce sens que les concepts de *réception*, de *pondération* etc., et leurs liaisons, s'enrichiront et deviendront plus précis lorsqu'on connaîtra mieux les opérations que désignent ces concepts.

Voici mon deuxième exemple que j'emprunte cette fois au champ social. Une des propriétés sociales de l'école est de contribuer à l'orientation des jeunes vers les métiers ou les professions. Essayons, comme l'ont fait Mc Culloch et Pitts pour les propriétés neuronales, Huygens pour la lumière, ou Newton pour la pesanteur, de saisir la forme *axiomatique* du processus scolaire générateur d'orientation des jeunes vers les professions. Pour y parvenir, la méthode d'induction classique nous enjoint d'observer minutieusement la propriété à expliquer, en l'occurrence l'orientation opérée par l'école. L'observation nous apprend, par exemple, qu'à aucun moment du parcours scolaire des élèves l'école ne prend la décision de les orienter vers tel métier ou telle profession. Mais elle intervient dans l'orientation des jeunes en les répartissant en classes d'âge, en les faisant ou non redoubler leur année, en diversifiant les programmes d'étude après l'école primaire, en délivrant aux enfants dès les premières années de l'école primaire des bulletins, et plus tard en octroyant ou non des certificats d'étude ou des diplômes attestant les réussites et les échecs de chaque élève dans les différents programmes. La gradation des échecs et des réussites scolaires qui se trouve générée de cette manière suppose des procédures de *sélection* des élèves. La sélection requiert, à son tour, des procédures d'*évaluation*. Et puisque l'évaluation porte sur l'acquisition de compétences, il faut des procédures de *transmission* de ces compétences. (Il s'agit de compétences d'apprentissage scolaire mais il peut s'agir aussi de compétences professionnelles et de compétences de comportements.) Le processus générateur d'orientation des élèves au sein de l'école est donc composé de *sélection*, d'*évaluation* et de *transmission*.

Ces trois *opérations* génératrices d'orientation scolaire des jeunes sont liées. La sélection scolaire présuppose une évaluation. Et l'évaluation scolaire présuppose une transmission de compétences. L'inverse n'est pas vrai : la transmission de compétences ne présuppose pas de procédures d'évaluation, et l'évaluation ne présuppose pas de procédures de sélection. Les trois composantes du processus scolaire générateur d'orientation se laissent donc combiner comme ceci :

Transmission → *évaluation* → *sélection*

Ce modèle reflète-t-il la forme *axiomatique* du processus scolaire générateur d'orientation des jeunes vers différentes professions ?

Lorsque nous entreprenons d'*axiomatiser* le processus générateur d'une propriété naturelle ou d'une propriété sociale, le modèle auquel nous parvenons peut être erroné, imparfait, ou incomplet. C'est de la qualité des observations recueillies sur la propriété sociale ou naturelle que dépend la pertinence du modèle, et il se pourrait donc qu'une observation plus poussée de l'orientation des jeunes nous amène à améliorer le modèle que je propose ci-dessus. Mais ce qui nous importe ici n'est pas d'apprécier sa pertinence. Ce qu'il nous faut, c'est déterminer si un tel modèle *peut* refléter la forme *axiomatique* du processus générateur de la propriété sociale de l'école, comme le font les *axiomes* ou *lois* des sciences naturelles pour les propriétés de la nature. Et ce qu'il nous faut aussi, c'est lever la confusion, fréquente dans les sciences sociales, entre modèles empiriques et modèles théoriques.

Le modèle proposé ne nous dit rien sur la façon dont se déroulent les opérations scolaires de *transmission*, d'*évaluation*, et de *sélection*, non plus que sur les dispositifs institutionnels qui assurent leur exécution. Il ne nous offre rien de plus qu'une combinaison de concepts. Comme il est vide de tout contenu empirique il n'est pas un modèle empirique, on dit qu'il est *formel*. Cependant chacune des trois opérations pointées par un concept est jugée indispensable à cette propriété sociale de l'école. La *combinaison* de ces opérations qui est figurée par les flèches du modèle est jugée indispensable, elle aussi. Autrement dit, ce modèle signifie qu'à défaut de l'une de ces trois opérations, ou à défaut de leur combinaison, l'école ne contribuerait pas à l'orientation des jeunes. A ce titre, le modèle est *universel*. Attention : il est universel au sens *classique* du mot. Il n'est *pas* universel au sens où la forme qu'il représente serait présente dans les écoles toujours et partout, mais au sens où, là où l'orientation des jeunes par l'école est présente, c'est toujours et partout cette forme-là qui en commande le processus générateur. Une telle forme *universelle* est aussi une *loi*. L'analogie faite à l'époque classique entre la forme *universelle* du processus générateur des propriétés de la nature et les lois de la société civile est tout à fait suggestive : ces lois sont appelées à régler le cours des actions humaines. Elles impriment une forme à leurs actions. Mais ce sont les hommes qui agissent, non les lois. De même, les *lois* de la nature sont les formes auxquelles se conforment les processus générateurs des propriétés naturelles. Ils s'y conforment *nécessairement*, en ce sens que si la *forme* du processus était différente, la propriété naturelle observée

disparaîtrait ou serait autre qu'elle n'est. C'est en ce sens-là qu'on peut dire, par métaphore, que la nature « obéit » aux lois, mais il n'est pas question d'un déterminisme exercé par les lois sur la nature, et l'on aurait tort de prêter un sens causal aux lois naturelles comme on le fait parfois en philosophie des sciences. La *loi* de la gravitation, par exemple, est la forme à laquelle doit se conformer *nécessairement, toujours et partout*, le processus générateur de pesanteur faute de quoi... il n'y a pas de pesanteur ! Même chose pour la forme du processus générateur de l'orientation scolaire que j'ai proposée ci-dessus : elle est un *axiome* au sens classique, et elle est une *loi universelle et nécessaire* s'il est vrai que sans elle... l'orientation scolaire des jeunes qui a été observée disparaîtrait.

L'induction classique nous offre ainsi la solution à une difficulté qu'on évoque sans cesse au sujet des sciences sociales, celle de ne pouvoir, à la différence des sciences naturelles, *généraliser* les théories explicatives avancées. Car du point de vue de l'induction classique il n'est pas question, par exemple, de généraliser à toutes les écoles le modèle *axiomatique* d'orientation proposé plus haut. Et il n'est pas question non plus de généraliser à toutes les écoles la propriété d'orientation qu'on a minutieusement observée dans certaines écoles. Mais il est question de découvrir la forme nécessaire à l'émergence de cette propriété. Si elle est nécessaire, elle ne peut manquer d'être là chaque fois qu'est présente cette propriété. Voilà la sorte de généralisation qu'on trouve dans les sciences naturelles sous le nom de *loi*, et qui est parfaitement accessible aux sciences sociales.

La comparaison faite plus haut entre le modèle neuronal de Mc Culloch et Pitts et le modèle anatomique d'un neurone nous a permis de saisir combien un modèle axiomatique diffère d'un modèle empirique ; nous avons également appris à cette occasion que ces deux modèles – le premier théorique, le second empirique – s'épaulent l'un l'autre. J'ai voulu vous montrer ensuite sur un deuxième exemple, celui de l'orientation scolaire, qu'avec la méthode d'induction classique nous pouvons découvrir la forme *axiomatique* universelle d'une propriété sociale comme on y parvient dans les sciences naturelles, et que cette forme est *généralisable*. J'espère vous montrer, pour terminer, que la forme *axiomatique* universelle du processus générateur d'une propriété sociale, une fois connue et modélisée, peut guider la modélisation *empirique* de ce même processus. Nous y prenant de cette façon, nous accéderons à deux modes *distincts* et complémentaires d'explication de la vie sociale : l'explication par les lois, et l'explication par les causes.

D'importants travaux en sociologie de l'éducation ont eu pour objet d'identifier les facteurs sociaux, intérieurs ou extérieurs à l'école, qui influencent l'orientation scolaire des jeunes vers les métiers ou les professions. Les facteurs qui ont été mis en avant sont, parmi d'autres, le statut social des parents et leurs niveaux d'études, la culture et les valeurs véhiculées par l'école, l'appréciation par les familles des risques, des coûts et des avantages de l'investissement scolaire, les bénéfices escomptés d'une réussite scolaire, le 'handicap' cognitif des élèves, leur rang dans la phratrie, le niveau culturel de la famille de l'élève, le langage parlé à l'école, les coûts de l'éducation, etc. Ces facteurs ont été fréquemment étudiés en lien avec la problématique des inégalités

sociales à l'école. On le voit, ils sont nombreux. Raymond Boudon (1991, 2011) observe « que sur le sujet des causes des inégalités scolaires le problème n'est pas celui du vide, mais au contraire du trop-plein. » Cependant ces causes sont toutes plausibles. En outre, tout donne à penser qu'elles interfèrent entre elles. Mais modéliser ce 'maquis'⁶ de variables causales disparates semble hors de portée. Les travaux à leur sujet ont permis à ceux qui en ont pris connaissance d'être informés sur bien des aspects méconnus de l'éducation, mais ils n'ont pas abouti à une explication cohérente de l'orientation scolaire vers les métiers et les professions. Et ils n'ont pas conduit à des propositions capables de mettre un terme aux inégalités scolaires.

Une telle situation est loin d'être unique dans les sciences sociales. Par exemple, voici les variables causales qu'on a identifiées en démographie et en épidémiologie pour expliquer les variations du taux de mortalité infantile : les pratiques nutritionnelles, les enfants illégitimes, les différences entre vie urbaine et vie rurale, les intervalles de temps entre les naissances, le nombre d'enfants, l'accès à l'eau potable, l'hygiène personnelle, l'éducation sanitaire, les campagnes d'éducation de masse, le niveau d'éducation générale des mères, etc. (Masuy-Stroobant G., 2002) Autre exemple, voici les variables causales jugées pertinentes pour l'explication des variations de comportement suicidaire à l'issue de recherches menées par divers auteurs entre 1964 et 1991 : le sexe, l'âge, la race, le lieu de résidence, la croyance religieuse, l'éducation, la classe sociale, le statut professionnel, le statut marital, le chômage, la mésentente parentale et le divorce, le degré d'intégration sociale, l'abus de médicaments, la consommation d'alcool, l'estime de soi, l'impulsivité, le soutien social, la dépression, le désespoir. (Aish-Van Vaerenbergh A.M., 2002)

Le modèle *axiomatique* du processus scolaire générateur d'orientation proposé plus haut peut-il nous tirer d'embarras ? Va-t-il nous tracer un chemin dans le 'maquis' des causes et guider la modélisation *empirique* de ce processus scolaire d'orientation ? C'est le modèle axiomatique qui nous informe sur les opérations scolaires qui concourent à générer l'orientation, il suffira donc maintenant de déterminer *ce par quoi* s'effectuent chacune de ces opérations (même démarche que pour le processus neuronal décrit plus haut). Nous remplirons en quelque sorte l'architecture formelle du processus, de son contenu empirique. Ce faisant, nous reconstituerons la façon dont se déroulent, dans les faits, les opérations de *transmission*, d'*évaluation*, et de *sélection* scolaires, et les dispositifs institutionnels qui assurent leur exécution.

Ce par quoi s'opère la sélection : j'ai déjà cité la répartition des élèves en classes d'âge, les redoublements d'année, la diversification des programmes d'étude après l'école primaire, les bulletins, certificats et diplômes, la gradation des réussites et des échecs. Pour la transmission des compétences, on peut songer au contenu des programmes, au matériel scolaire, aux pratiques pédagogiques et didactiques, au langage scolaire, au modèle culturel qui régit l'enseignement, aux charges horaires etc. Pour l'opération d'évaluation, il y a par exemple les règles, normes, valeurs et critères qui président à l'évaluation des jeunes, etc. Mais je ne fais que désigner ainsi

⁶ Le mot est de R. Boudon, op. cit. L'auteur s'est attaché, pour sa part, à identifier lequel de ces facteurs est prépondérant.

abstraitement un certain nombre de facteurs empiriques. Ceci me permet toutefois d'effectuer un premier regroupement de causes possibles d'orientation en les rattachant à l'opération d'orientation à laquelle chacune apporte son concours ; et d'écarter du même coup, pour l'instant, les causes sociales qui, quoiqu'elles aient sans doute une influence sur l'orientation scolaire, sont extérieures au processus scolaire d'orientation. (Par exemple, on écarte provisoirement le statut social des parents et leurs diplômes.) Ce faisant, on franchit un premier pas dans la modélisation empirique du processus scolaire. Mais ce n'est qu'un premier pas. Il va falloir décrire dans les établissements scolaires visités comment ces facteurs interviennent concrètement dans les trois opérations-clé du processus d'orientation scolaire, si l'on veut saisir le déroulement *empirique* de ce processus ; c'est aussi par ce moyen qu'on saisira les façons dont ces facteurs s'articulent entre eux, ce qui va permettre d'affiner la combinaison des opérations d'orientation qui est grossièrement figurée par les flèches dans le modèle *axiomatique* proposé plus haut. Par exemple, quoique la transmission de compétences ne présuppose pas d'opération d'évaluation comme je l'ai dit plus haut, une analyse fine des procédures mettra au jour, sans doute, les contraintes que font peser les normes d'évaluation sur les façons dont l'enseignant peut transmettre les compétences attendues. Et quoique l'évaluation des élèves ne présuppose pas leur sélection, on découvrira sans doute comment les procédures de sélection, comme par exemple les classes d'âge et les bulletins, pèsent sur les normes d'évaluation et sur les modalités de transmission des compétences. On le voit, la modélisation axiomatique et la modélisation empirique peuvent s'épauler mutuellement, comme nous l'avions déjà remarqué pour l'étude du processus neuronal. Le modèle *axiomatique*, pour sa part, nous guide dans le repérage des facteurs (les causes) qui figureront dans le modèle *empirique*, et il nous guide aussi dans le regroupement de ces facteurs en assignant à chacun d'eux sa place dans l'architecture du processus d'orientation scolaire. La modélisation *empirique*, en retour, permet d'affiner, et le cas échéant de corriger, le modèle *axiomatique* (théorique) initialement « extrait » - *induit* - de l'observation (empirique) de la propriété sociale étudiée.

J'ai évoqué il y a quelques instants les travaux importants qui ont été menés depuis le milieu du siècle dernier sur l'orientation scolaire des jeunes vers les métiers et les professions, souvent dans le souci d'identifier les facteurs responsables des inégalités sociales qui accompagnent cette orientation. Ces facteurs sont nombreux et disparates de sorte qu'on peut bien tenter d'apprécier leurs influences respectives, mais il semble impossible de les intégrer en un même modèle explicatif cohérent. L'approche inductive classique nous en offre-t-elle le moyen ?

Parmi les facteurs qui ont été mis en lumière dans ces travaux et que j'ai rappelés plus haut, il en est seulement deux qui paraissent jouer un rôle dans les opérations qui composent le processus générateur de l'orientation scolaire : la culture et les valeurs véhiculées par l'école, et le langage parlé à l'école. Ces facteurs-là s'inscriront tout naturellement dans la modélisation empirique édifiée par le modèle axiomatique proposé ci-dessus. Les autres facteurs influencent, il est difficile d'en douter, la carrière scolaire des jeunes, mais ils sont extérieurs au processus scolaire d'orientation et proviennent de l'extérieur de l'école comme, par exemple, l'estimation par les

familles des risques, des coûts et des avantages de l'investissement scolaire, ou le niveau d'études des parents. Ils se rattachent néanmoins d'une autre façon au processus scolaire d'orientation et à sa modélisation. En effet, l'estimation par les familles des risques, coûts et avantages de l'investissement scolaire est dictée par les risques, coûts et avantages que procure le processus scolaire de transmission de compétences, d'évaluation et de sélection. Même chose pour les bénéfices escomptés d'une réussite scolaire : ils sont dictés par les bénéfices offerts. Même chose encore pour le statut social et culturel des familles : quels sont les facteurs au cœur des procédures scolaires de transmission de compétences, d'évaluation, et de sélection, qui font du statut social et culturel des familles un handicap scolaire, ou un motif d'abrégé le cursus scolaire ? Traiter les facteurs sociaux d'inégalités scolaires extérieurs à l'école comme l'envers de certains facteurs opérant au sein du processus d'orientation scolaire permet de les inscrire à part entière dans la modélisation empirique qui, je le rappelle, est rendue possible par la méthode d'induction classique.

*

Références bibliographiques

Aish-Van Vaerenbergh A.M. (2002), « Explanatory models in suicide research: explaining relationships », in Franck R. (Ed.), *The Explanatory Power of Models, Bridging the Gap between Empirical and Theoretical Research*. Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academic Publishers (*Methodos Series*, vol. 1)

Bacon F. (1620, 1960), *The New Organon and related writings*, New York, Liberal Arts Press

Boudon R. (1991, 2011), « Les causes de l'inégalité des chances scolaires », *Revue Skhole.fr*, Livraison XII – Juillet 2011 (site internet)

Descartes R. (1647, 1952) *Méditations, objections et réponses*, dans *Œuvres et lettres*, Paris : Gallimard (*La Pléiade*)

Franck R. (2009), « Allier l'investigation empirique et la recherche théorique : une priorité », in B.Walliser (dir.), *La cumulativité du savoir en sciences sociales*, Paris : Editions de l'EHESS, pp.57-84

Masuy-Stroobant G. (2002), « The determinants of infant mortality: how far are conceptual frameworks really modelled? » in Franck R. (Ed.), *The Explanatory Power of Models, Bridging the Gap between Empirical and Theoretical Research*. Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academic Publishers (*Methodos Series*, vol. 1)

Newton I. (1687, 1985), *De la gravitation ou Les fondements de la mécanique classique*, trad. fr. M.E. Biarnais, Paris, Les Belles Lettres

Popper K.R. (1935, 1973), *La logique de la découverte scientifique*, Paris, Editions Payot

*